PRINTEMPS/ÉTÉ 2008

ANNÉE POLAIRE INTERNATIONALE 2007–2008

COMMISSION CANADIENNE DES AFFAIRES POLAIRES

MÉRIDIEN

DANS CE NUMÉRO

Les contaminants dans l'océan Arctique – un problème du passé? 1

Des niveaux presque record de précipitations causent le drainage rapide du lac Zelma, plaine Old Crow, Nord du territoire du Yukon 7

Évaluation de la logistique et de l'infrastructure de recherche nordique du Canada 12

Communication scientifique 101 13

Nouveau représentant du Canada au sein du conseil du Comité international de la science arctique 16

«Le plus grand centre d'élevage de rats musqués au monde»: le projet de réhabilitation des rats musqués de Summerberry, 1935–1965 17

Critique de livre
Arctic Hell-Ship: The Voyage of HMS Enterprise 1850–1855 24

Nouveaux livres 25

Horizon 26

LES CONTAMINANTS DANS L'OCÉAN ARCTIQUE – UN PROBLÈME DU PASSÉ ?

Robie Macdonald

Depuis 1967, les spécialistes mesurent les quantités de biphényles polychlorés (BPC) dans les phoques de l'Arctique. Cette année-là, les constatations avaient été assez surprenantes pour faire l'objet d'un article dans la revue *Nature*. Malgré les faits signalés (la couche de graisse des phoques de l'Arctique contenait des BPC), le suivi de la part des scientifiques et des politiciens a été minime, et la présence de contaminants dans l'Arctique n'a guère suscité d'intérêt avant 1990, lorsque le problème a refait surface dans le contexte des risques qu'il représente pour les gens du Nord dont le régime alimentaire comprend une part non négligeable de gras provenant des animaux marins. Au Canada, le Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord (PLCN) a été lancé en 1991 et, à l'échelle internationale, les huit pays arctiques ont mis sur pied le Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique (AMAP) qui visait à déterminer la provenance des contaminants et les risques qu'ils présentent pour les écosystèmes et les humains. Un point important à signaler : les médias d'information ont joué un rôle crucial dans la sensibilisation du public et des politiciens avant que des crédits suffisants soient consacrés à la recherche scientifique sur un problème qui datait d'une vingtaine d'années. L'objectif ultime du PLCN était de réduire ou d'éliminer l'exposition aux contaminants dans l'Arctique. Des scientifiques de talent, dévoués, ont entrepris des recherches pour déterminer la provenance des contaminants de l'Arctique et essayer de savoir pourquoi leur concentration est si élevée dans des animaux qui sont aussi éloignés des sources de contaminants. Durant les premières étapes de la recherche, les faits qui avaient d'abord surpris les scientifiques sont venus confirmer ce qu'on s'attendait à trouver : presque tous les contaminants classiques (Hg, BPC, DDT, chlordane, toxaphène, hydrocarbures aromatiques et radionucléides artificiels) étaient présents, à divers degrés, dans l'atmosphère, l'eau, le sol et la biote de l'Arctique.

Plusieurs découvertes scientifiques de premier ordre ont été réalisées. Un article d'une grande acuité a été rédigé à propos des radionucléides artificiels qui, en vertu d'autorisations, étaient rejetés en tant que déchets de retraitement des réacteurs nucléaires au large des côtes de l'Europe. Les radionucléides rejetés, riches en ^{137}Cs et en ^{129}I, fournissaient un traceur incisif qui suivait les courants océaniques jusque dans l'Arctique et se déplaçait ensuite avec les courants de bordure autour des bassins eurasiens et canadiens sur des échelles de temps de 5–15 ans (Smith *et al.*, 1998). Le HCH (hexachlorocyclohexane; l'une de ses formes est le pesticide communément appelé lindane) a fait l'objet d'un autre article intéressant à propos des échanges air-eau et du transport par les vents et les courants océaniques. Le HCH, qui est considéré comme un traceur naturel, nous a aidés à comprendre comment la température à la surface des océans contrôle la répartition de certains composés chimiques à

Canada

l'échelle mondiale et comment les réservoirs océaniques accumulent et libèrent des contaminants semi-volatiles au cours des décennies (Li *et al.*, 2002). Le mercure a apporté une surprise exceptionnelle, qui a donné lieu à un intense travail de recherche qui se poursuit encore à l'heure actuelle. On a découvert qu'à divers intervalles après le lever du soleil en milieu polaire, cet élément disparaissait de la basse atmosphère en quelques heures (Schroeder *et al.*, 1998). Un tel comportement est imprévisible pour une substance comme le Hg dont le temps de résidence dans l'atmosphère est d'environ un an. La recherche d'avant-garde canadienne a apporté des réponses à une grande partie de l'énigme, c'est-à-dire la question de savoir pourquoi des dépôts de Hg s'accumulent sur la surface de la glace des mers marginales de l'Arctique au printemps – précisément au moment où les processus biologiques se déclenchent.

Peu après, les scientifiques se sont concentrés sur l'exposition des écosystèmes arctiques aux contaminants. Dans les écosystèmes aquatiques, les plus grandes charges en contaminants observées sont celles des produits chimiques qui s'accumulent dans les organismes vivants ou dont la concentration s'amplifie dans les chaînes alimentaires (Muir *et al.*, 1999). En fait, les processus de transport physique et de concentration s'ajoutant à la grande dépendance du réseau trophique aquatique à l'égard du transfert des graisses font que les prédateurs en bout de chaîne dans l'océan Arctique risquent d'être affectés par bon nombre de ces produits chimiques.

Les connaissances apportées par les efforts concertés des cinq premières années du PLCN ont abouti à la production du Rapport d'évaluation des contaminants dans l'Arctique canadien (CCRA, 1997), et une bonne partie de la science canadienne a été mise à contribution pour la rédaction du rapport d'évaluation de l'AMAP (1998). Au Canada, la recherche scientifique du PLCN a étayé la prise de position du pays à l'échelle internationale et beaucoup contribué à la conclusion d'une entente régie par la Convention de Stockholm, qui vise à éliminer ou à réduire l'utilisation de bon nombre des mauvaises substances – communément appelées « douzaine de vilains composés organochlorés » (BPC, dioxines, furanes, aldrine, dieldrine, DDT, endrine, chlordane, hexachlorobenzène, mirex, toxaphène et heptachlore). Le PLCN, qui avait eu du succès grâce à un plan stratégique et de recherche savamment orchestré, a alors abandonné l'étude des voies de pénétration des contaminants pour s'orienter davantage vers la surveillance des tendances des contaminants dans certains milieux arctiques (p. ex., air et biote) et l'étude des effets que pourraient avoir les contaminants sur la santé humaine. Aux yeux des spécialistes des voies de pénétration des contaminants – dont je suis – il n'y a rien comme le succès pour mettre des bâtons dans les roues. C'est ce qui m'amène au titre de ce texte. Si nous arrivons à maîtriser les sources de contaminants, et si nous nous contentons d'attendre tandis que la biosphère se débarrasse lentement du fardeau qu'elle accumule depuis très longtemps, est-ce qu'il y aura encore du boulot pour les scientifiques qui s'intéressent aux contaminants de l'Arctique? Cette question est peut-être particulièrement pertinente de nos jours puisque le changement planétaire est devenu la préoccupation continuelle des scientifiques, des médias d'information, des politiciens et, bien entendu, des gens qui vivent dans l'Arctique.

Je suis convaincu qu'il y a encore des tâches importantes à accomplir pour les scientifiques qui s'intéressent aux contaminants, pour trois raisons : premièrement, les séries chronologiques de contaminants dans les divers milieux arctiques sont confondues, à divers degrés, à cause de la variabilité et des changements environnementaux. Autrement dit, le système climatique peut, avec les voies de pénétration des contaminants, créer des surprises (Macdonald *et al.*, 2005). Deuxièmement, les changements environnementaux peuvent influer sur la vulnérabilité des écosystèmes et ainsi engendrer un effet de contaminant, même si l'exposition peut être demeurée constante ou même avoir diminué (Schiedek *et al.*, 2007). Troisièmement, si la quantité de contaminants classiques a diminué à l'échelle planétaire, il faut tout de même savoir que de nouveaux produits chimiques sont inventés et distribués, et que certains atteindront l'Arctique (Muir et Howard, 2006). Dans les pages qui suivent, je vais fournir un peu plus de détails sur ces trois défis.

Pour parvenir à un endroit particulier dans l'Arctique, un contaminant doit emprunter un certain nombre de voies (p. ex., l'air, l'eau, les réseaux trophiques, les animaux migrateurs), et habituellement celles-ci comprennent une série d'étapes et de transferts, qui peuvent tous être modifiés par le changement de climat (figure 1). Les BPC, par exemple, comprennent une famille de 209 composés semi-volatiles qui présentent une gamme allant de un à dix atomes de chlore. Le degré de chloration influe sur les propriétés physiques et la toxicité biologique. Les BPC relâchés sous forme de mélange dans des régions industrielles tempérées commencent à s'éloigner de la source en se volatilisant en partie et en se déplaçant avec les vents. Mais ce mode de transport est complexe, parce que le long de la voie qu'ils empruntent les BPC passent d'un élément à l'autre (air, aérosols, sol, végétation et eau), effectuant une suite de sauts atmosphériques. Les différences de propriétés physiques entre les composés de BPC agissent de manière à séparer les constituants au cours du transport. D'une certaine manière, la Terre se comporte comme un grand chromatographe à température programmée dont les surfaces agissent comme la phase stationnaire, et l'air et l'eau, comme les phases mobiles. Habituellement, les BPC légers, qui renferment peu d'atomes chlorés, sont plus volatiles et moins attirés par les phases solides. Donc, ils se déploient à l'avant-garde. Plus tard, les BPC lourds situés à l'arrière-garde essaient de rattraper les autres (voir p. ex., Wania, 2003). Les trajectoires des vents qui se modifient, les températures changeantes du sol, qui traversent la ligne isotherme de zéro degré (eau à l'état solide contre l'état liquide) et même la végétation qui se transforme (en passant des espèces

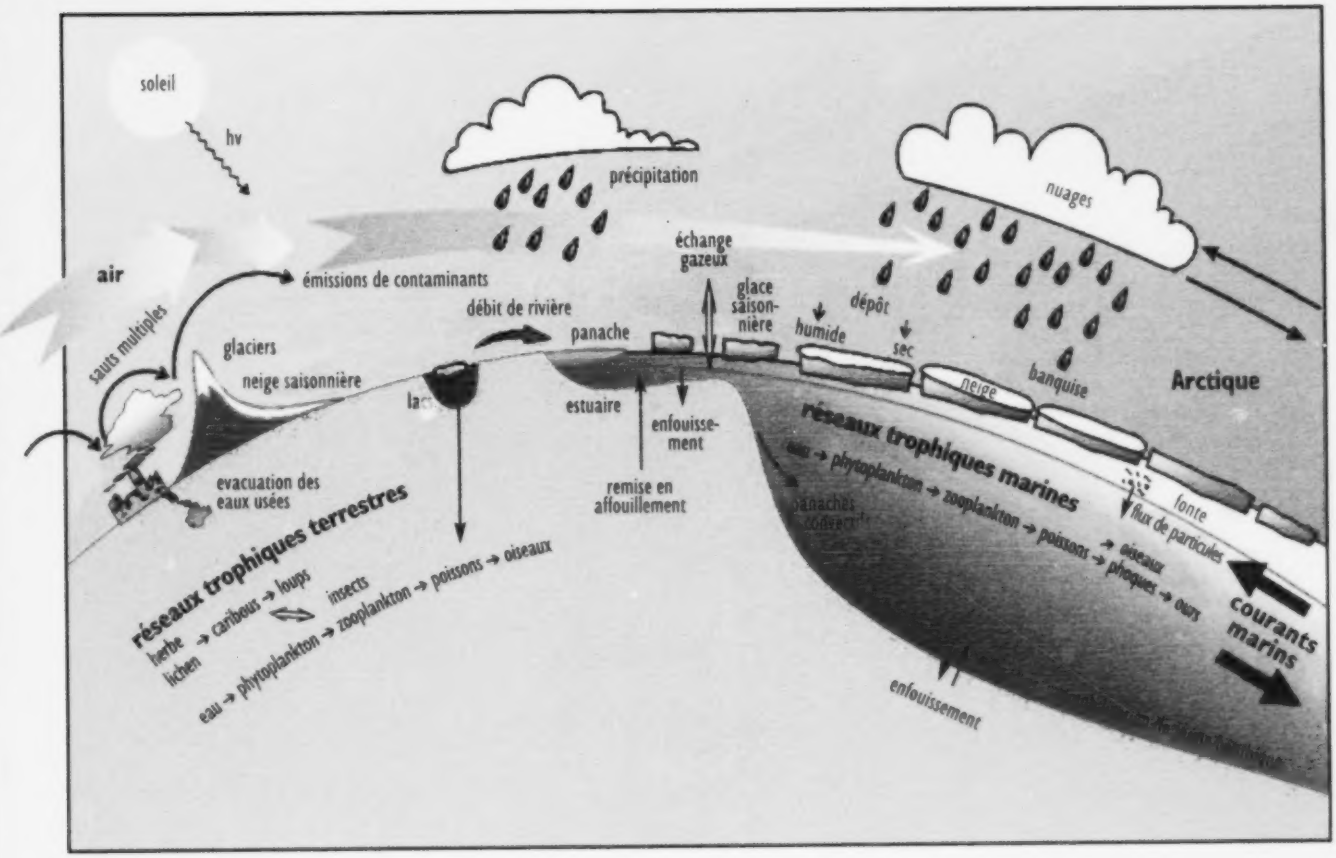


Figure 1
Voies empruntées par les contaminants dans l'Arctique

de la toundra aux saules) influent sur le transport physique à l'échelle planétaire.

Quand les BPC atteignent l'Arctique, ils peuvent pénétrer dans les océans au moyen des échanges air-mer ou des dépôts (neige, pluie, aérosols) et, encore une fois, ces processus subissent l'influence des variations du climat. En particulier, la couche de glace qui recouvre l'océan régit les échanges air-mer, et on peut affirmer que sur l'ensemble des changements physiques qui se produisent dans l'Arctique, la perte de couverture de glace marine est le plus évident et le plus important. Enfin, l'entrée des BPC dans le réseau trophique et leur passage à des niveaux trophiques supérieurs peuvent être modifiés par les changements de la structure trophique. Donc, quand on examine les séries chronologiques pour les BPC, par exemple, dans un ours polaire ou un béluga, il y a plusieurs facteurs, dans les systèmes physiques et organiques qui contrôlent l'expression finale de la concentration. Bon nombre de composés organochlorés qui ont été bannis ou dont l'usage a été restreint ces dernières années présentent une histoire d'émission caractéristique, c'est-à-dire que les émissions ont débuté il y a environ 60 ans, atteint un maximum, puis diminué, parfois d'une manière abrupte. Durant les premiers stades de rejet, le transport atmosphérique est une voie dominante, mais au fur et à mesure de leur chargement les réservoirs environnementaux (couches supérieures des océans, lacs, sols, végétation) deviennent d'importantes sources secondaires. Lorsque les émissions primaires cessent, les réservoirs environnementaux deviennent à un moment donné le principal fournisseur de contaminants qui effectuent leur cycle, et alors la variabilité environnementale a une excellente occasion de jouer son rôle. Donc, pour comprendre l'importance des séries chronologiques des contaminants, nous devons tenir compte de la variabilité et des changements dans les facteurs environnementaux. On le constate de plus en plus quand on pense à la dissolution spectaculaire des glaces marines qui a été observée dans l'Arctique au cours des derniers étés.

La vulnérabilité est étroitement liée au changement de climat. Même si souvent les contaminants sont en fait des traceurs transitoires perfectionnés, et que grâce à eux nous avons appris beaucoup de choses sur la connectivité entre l'océan Arctique et le reste du globe, en réalité la question fondamentale est celle de savoir si les contaminants ont des effets sur l'écosystème ou sur les humains. L'Arctique est un endroit spécial parce que ce n'est pas là que les contaminants ont été utilisés, et pourtant parce que le réseau trophique est tellement dépendant des lipides (le gras), les prédateurs en bout de chaîne, y compris les humains, peuvent avoir un taux d'exposition élevé, surtout aux composés organochlorés. Les séries chronologiques maintenues en vertu des activités du

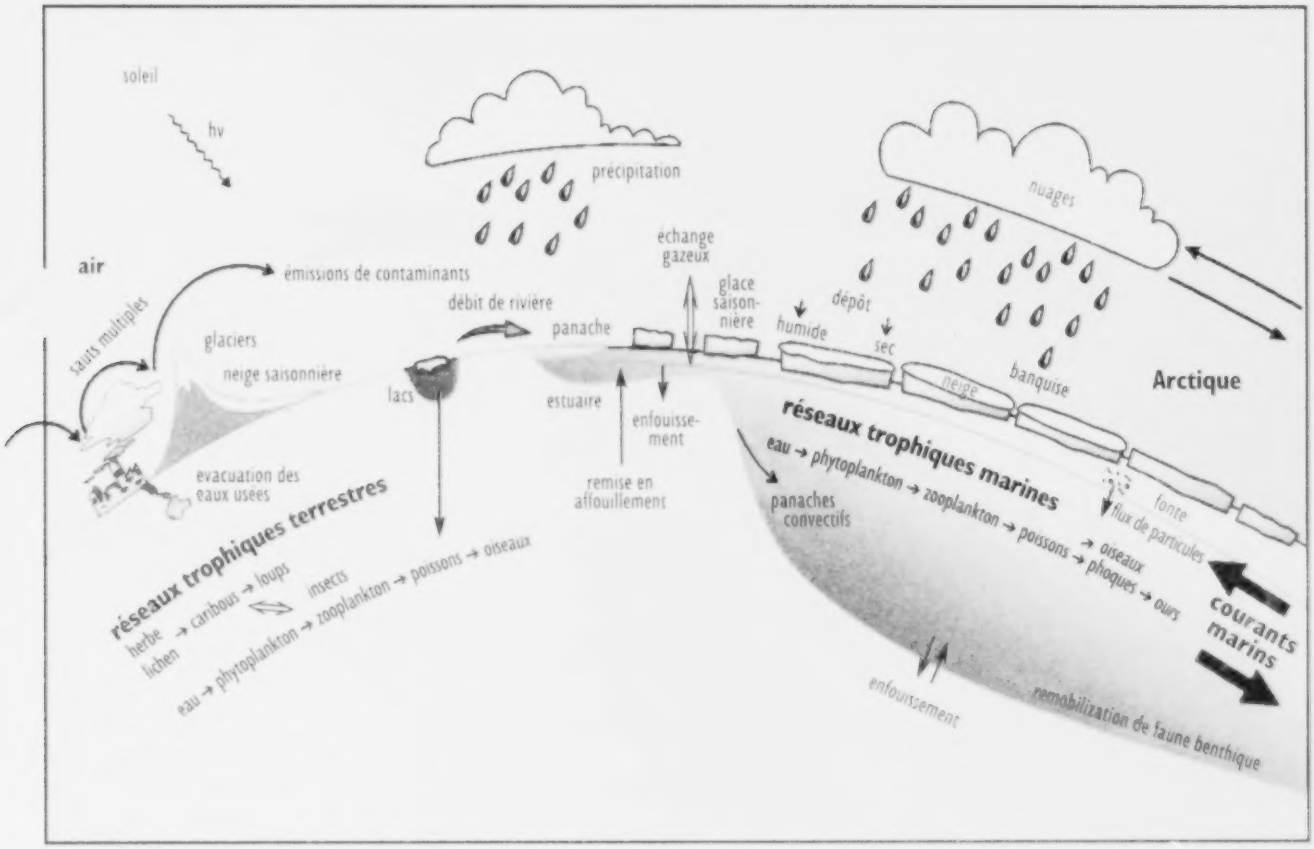


Figure 1
Voies empruntees par les contaminants dans l'Arctique

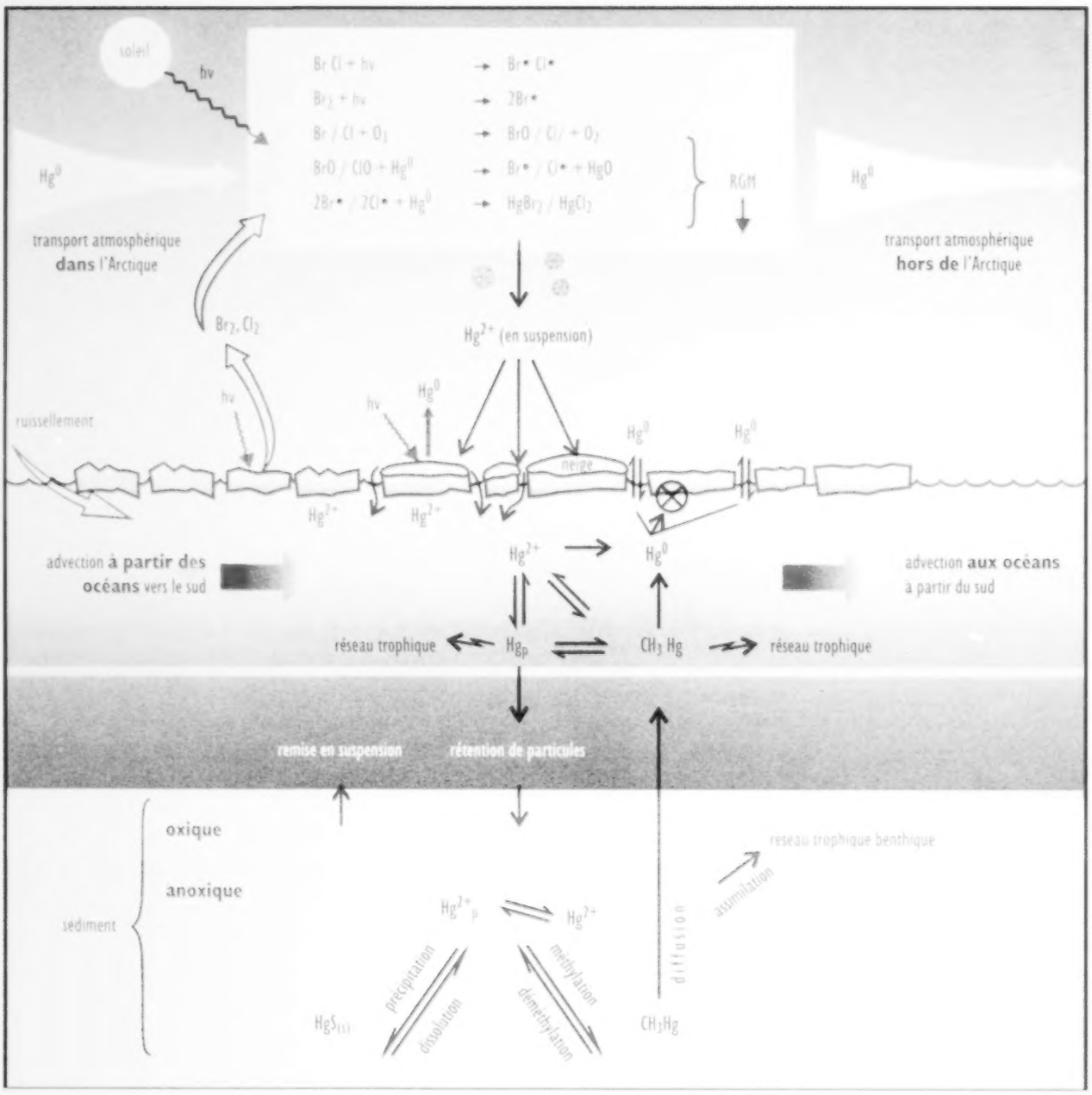
de la toundra aux sudes) influent sur le transport physique à l'échelle planetaire.

Quand les HAP atteignent l'Arctique, ils peuvent pénétrer dans les océans au moyen des échanges air-mer ou des dépots (neige, pluie, aerosols) et, encore une fois, ces processus subissent l'influence des variations du climat. En particulier, la couche de glace qui recouvre l'océan régit les échanges air-mer, et on peut affirmer que sur l'ensemble des changements physiques qui se produisent dans l'Arctique, la perte de couverture de glace marine est le plus évident et le plus important. Enfin, l'entrée des HAP dans le réseau trophique et leur passage à des niveaux trophiques supérieurs peuvent être modifiés par les changements de la structure trophique. Donc, quand on examine les séries chronologiques pour les HAP, par exemple dans un ours polaire ou un béluga, il y a plusieurs facteurs, dans les systèmes physiques et organiques qui contrôlent l'expression finale de la concentration. Pour nombre de composés organochlorés qui ont été bannis ou dont l'usage a été restreint ces dernières années présentent une histoire d'émission caractéristique, c'est-à-dire que les émissions ont débuté il y a environ 50 ans, atteint un maximum, puis diminuer, parfois d'une manière abrupte. Durant les premiers stades de rejet, le transport atmosphérique est une voie dominante, mais au fur et à mesure de leur chargement les réservoirs environnementaux (couches supérieures des océans, lacs, sols, végétation) deviennent d'importantes sources secondaires. Lorsque les émissions primaires cessent, les réservoirs environnementaux deviennent à un moment donné le principal fournisseur de contaminants qui effectuent leur cycle et alors la variabilité environnementale a une excellente occasion de jouer son rôle. Donc, pour comprendre l'importance des séries chronologiques des contaminants, nous devons tenir compte de la variabilité et des changements dans les facteurs environnementaux. On le constate de plus en plus quand on pense à la dissolution spectaculaire des glaces marines qui a été observée dans l'Arctique au cours des dernières années.

La vulnérabilité est étroitement liée au changement de climat. Même si souvent les contaminants sont en fait des traceurs transitoires parfaitement, et que grâce à eux nous avons appris beaucoup de choses sur la connectivité entre l'océan Arctique et le reste du globe, en réalité la question fondamentale est celle de savoir si les contaminants ont des effets sur l'écosystème ou sur les humains. L'Arctique est un endroit spécial parce que c'est là que les contaminants ont été utilisés, et pourtant parce que le réseau trophique est tellement dépendant des lipides (de gras), les prédateurs en bout de chaîne, y compris les humains, peuvent avoir un taux d'exposition élevé, surtout aux composés organochlorés. Les séries chronologiques maintenues en vertu des activités du

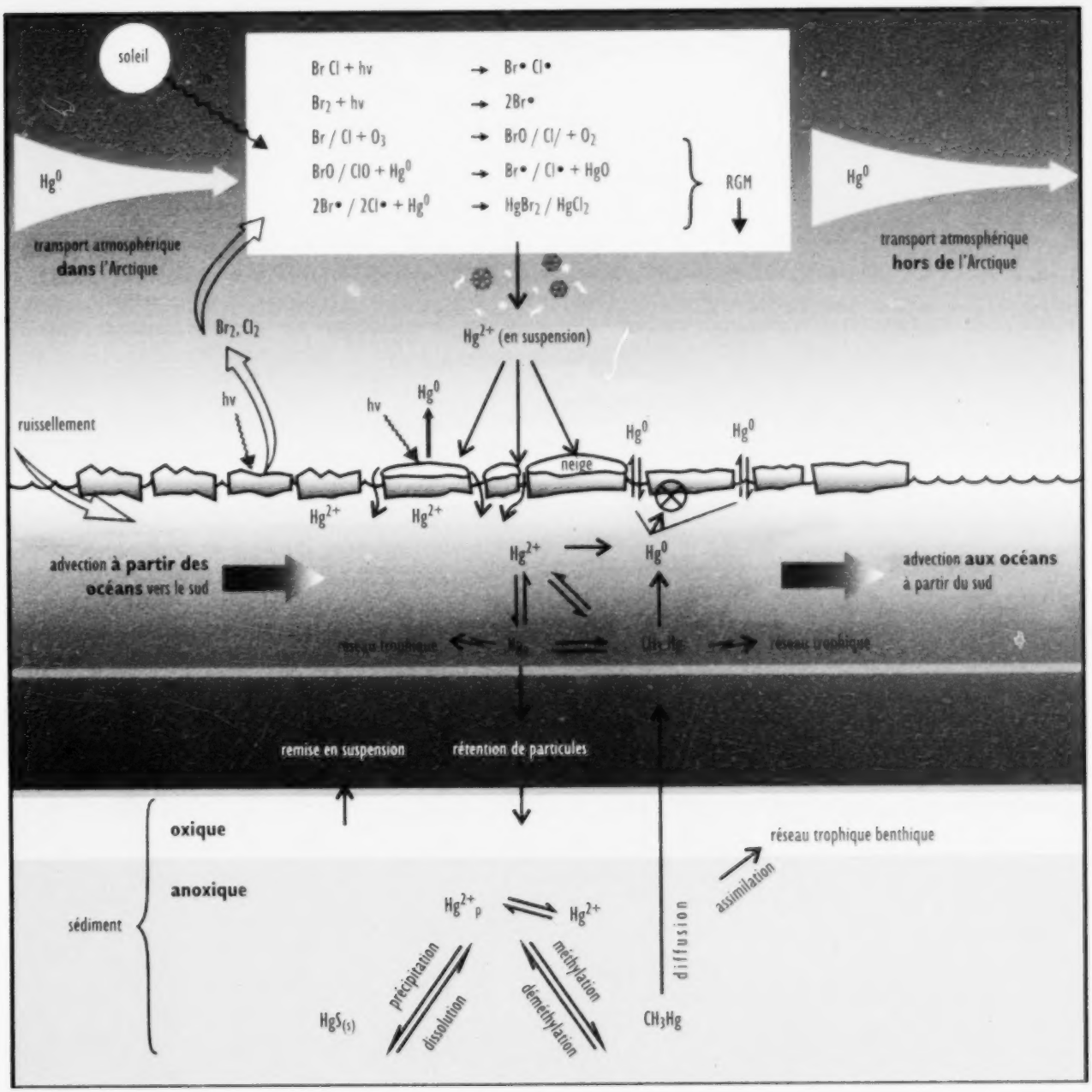
PLCN nous donnent une image raisonnable des expositions aux produits chimiques avec une résolution annuelle et l'échelle décennale (p. ex. Braune *et al.* 2007), mais nous avons beaucoup moins de précisions à propos des effets de ces contaminants sur la biote. L'une des difficultés est due à la complexité des mélanges de produits chimiques, et malgré cela nous déplorons le manque d'études épidémiologiques pour la plupart des espèces concernées, même pour les substances chimiques simples. Par ailleurs, nous ne sommes pas bien renseignés en ce qui a trait à la variabilité de l'exposition, selon la saison. Les petits animaux qui ont une courte vie réagissent probablement assez rapidement à l'exposition environnementale, alors que les gros animaux (baleines) qui vivent longtemps peuvent porter un fardeau de substances accumulées pendant toute leur vie, et ces contaminants peuvent être libérés durant les périodes de fa-

Figure 2
La complexité du cycle du mercure dans l'Arctique crée de nombreuses possibilités que le changement de climat modifie les voies de pénétration. Nous en savons beaucoup sur les processus atmosphériques qui convertissent le Hg gazeux en un produit réactif après le lever du soleil polaire (encart au haut de la figure) et font qu'il se dépose sur les surfaces, mais nous comprenons mal les transformations qui se produisent dans l'océan, notamment celles qui engendrent le méthylmercure et le font pénétrer dans les réseaux trophiques.



PLCN nous donnent une image raisonnable des expositions aux produits chimiques avec une résolution annuelle à l'échelle décennale (p. ex., Braune *et al.*, 2007), mais nous avons beaucoup moins de précisions à propos des effets de ces contaminants sur la biote. L'une des difficultés est due à la complexité des mélanges de produits chimiques, et malgré cela nous déplorons le manque d'études épidémiologiques pour la plupart des espèces concernées, même pour les substances chimiques simples. Par ailleurs, nous ne sommes pas bien renseignés en ce qui a trait à la variabilité de l'exposition, selon la saison. Les petits animaux qui ont une courte vie réagissent probablement assez rapidement à l'exposition environnementale, alors que les gros animaux (baleines) qui vivent longtemps peuvent porter un fardeau de substances accumulées pendant toute leur vie, et ces contaminants peuvent être libérés durant les périodes de fa-

Figure 2
La complexité du cycle du mercure dans l'Arctique crée de nombreuses possibilités que le changement de climat modifie les voies de pénétration. Nous en savons beaucoup sur les processus atmosphériques qui convertissent le Hg gazeux en un produit réactif après le lever du soleil polaire (encart au haut de la figure) et font qu'il se dépose sur les surfaces, mais nous comprenons mal les transformations qui se produisent dans l'océan, notamment celles qui engendrent le méthylmercure et le font pénétrer dans les réseaux trophiques.



mine, de migration ou de jeûne (p. ex., Hickie *et al.*, 2007). Et comme si tout cela ne créait pas assez de difficultés, les produits chimiques peuvent menacer la santé des animaux de différentes façons, par exemple en nuisant à leur immunité aux maladies ou à leur reproduction. Dans des circonstances normales, un animal pourrait tolérer l'exposition à un certain produit chimique, mais compte tenu des types de changements de climat qui affectent actuellement l'Arctique et qui devraient se maintenir ou même s'accélérer, d'autres agents stressants (nutrition, espèces envahissantes, exposition à des virus) rendront les animaux extrêmement vulnérables. L'exposition aux produits chimiques pourrait donner le « coup » final. Nous en savons trop peu sur les interactions entre les changements, l'exposition et la vulnérabilité, et nous devons au moins exercer une surveillance sur l'état de santé des prédateurs marins qui sont davantage exposés, comme les baleines à dents et les ours.

La troisième tâche que j'ai mentionnée pour les scientifiques qui s'intéressent aux contaminants est l'émission de nouveaux produits chimiques, qui a été signalée par Muir et Howard (2006). Dernièrement, deux nouvelles catégories de produits chimiques ont été mentionnées dans les débats sur l'environnement – les oxydes de bromodiphényle (ignifugeants) et les acides d'alkyle perfluoré (dérivés des surfactants grandement utilisés pour protéger les tissus). Le fait qu'ils se manifestent dans l'Arctique les qualifie automatiquement de persistants. Malheureusement, environ 30 000 produits chimiques sont couramment utilisés par l'industrie (>1 tonne/année), et la plupart ne sont pas soumis à une surveillance dans l'environnement. Muir et Howard (2006) en ont réduit la liste et n'en ont retenu que 30 dont le potentiel de bioaccumulation est élevé et 28 qui ont un potentiel de transport atmosphérique à grande distance. Même si elle est constituée d'un groupe diversifié de produits chimiques, cette liste réduite a au moins l'avantage d'être gérable, en ce sens qu'on peut évaluer la présence et les tendances des substances dans certains milieux arctiques. L'une des tâches des scientifiques qui s'intéressent aux contaminants sera certainement celle d'assurer la vigilance à l'égard des nouveaux produits chimiques, tâche qui bénéficiera du soutien apporté par les tentatives coordonnées de tenir des archives sur les tissus.

La plupart des points précités à propos des contaminants s'appliquent à certains composés organochlorés industriels et agricoles, tout simplement parce que ces produits ont été rejetés en grandes quantités, parce qu'ils se déplacent efficacement dans l'air ou dans l'eau et parce qu'ils s'associent aux systèmes organiques, s'amplifient dans l'environnement, sont persistants et s'assimilent définitivement aux activités humaines. Le degré de toxicité varie, mais certains de ces composés figurent parmi les plus toxiques. Il y a un autre produit chimique toxique dont la liste ne tient pas compte et qui me préoccupe – le mercure. Il est difficile de faire des études sur le mercure dans l'environnement. Comme le laisse entendre son nom courant « vif argent », c'est un élément « glissant » qui subit de nombreuses transformations chimiques et des changements de phase (figure 2). Le Hg gazeux élémentaire est volatile. Quand il s'oxyde il se lie aux particules et à l'eau, et lorsqu'il est soumis à des conditions réductrices il peut se convertir en une forme bioaccumulative plus toxique – le méthylmercure. Le cycle du Hg naturel complique l'étude du Hg en tant que contaminant. Les deux tiers du Hg présent dans l'atmosphère et dans les couches supérieures des océans pourraient être attribués aux activités humaines des deux derniers siècles, mais l'autre tiers fait partie d'un cycle global qui dure depuis des ères. Même si des mesures ont été prises pour freiner les rejets de Hg en Amérique du Nord et en Europe attribués, entre autres, à la combustion du charbon, aux technologies dentaires, à la fusion des métaux mous et à l'industrie du chloralcali, le Hg présent dans les grands réservoirs environnementaux (océans, atmosphère, sols) poursuit son cyclage, et actuellement l'Asie augmente ses émissions de Hg. Encore une fois, l'Arctique est un endroit spécial pour ce qui est du Hg, mais pour une raison très différente de celle des

Figure 3
Salle blanche aménagée à bord du *NGCC Amundsen* pour les études sur le Hg à l'état de traces. Joanne Delaronde prépare les échantillons pour le projet concernant le Hg dans l'océan, dans le cadre de l'Étude sur le chenal de séparation circumpolaire (ECSC). Photo : Doug Barber.

organochlorés semi-volatiles : peu après le lever du soleil en zone polaire, l'air de l'Arctique subit des transformations chimiques uniques, suscitées par le rayonnement solaire et catalysées par les halogènes de l'océan, qui convertissent le Hg gazeux en formes réactives qui se déposent sur la surface de la glace ou dans les chenaux libres. Un nombre considérable d'études ont confirmé le processus de diminution du mercure atmosphérique et révélé qu'il est généralisé autour de la bordure de l'océan Arctique.

Vu la complexité du cycle du Hg (figure 2) et les difficultés des opérations de mesure des concentrations de Hg à l'état de traces dans l'eau de mer, qui sont facilement affectées par la contamination durant l'échantillonnage, il faut recourir à des techniques propres (figure 3). Une autre difficulté, celle de l'accès aux eaux côtières de l'Arctique entre février et mai, fait qu'il y a encore de nombreuses énigmes à résoudre en ce qui concerne la partie eau du cycle du Hg. Donc, le séjour du *NGCC Amundsen* dans la mer de Beaufort à compter de novembre 2007 jusqu'à l'été 2008 (figure 4) donne une rare occasion de faire des recherches sur le cycle du Hg durant les transitions saisonnières, dans un milieu où sont effectuées d'autres études physiques, chimiques et biologiques. La

Figure 4
Le NGCC Amundsen, ici gelé dans la glace du golfe Amundsen, donne une occasion unique d'étudier les voies de pénétration du Hg dans l'air, la neige et l'océan au cours du lever du soleil polaire (dépôt du mercure), les débâcles (production d'eau de fonte) et la production biologique. Dans le cadre du programme de l'année polaire internationale du Canada, des chercheurs produiront des ensembles de données exhaustives sur les propriétés du mercure et d'autres systèmes. Photo : Doug Barber.

plus grande partie du Hg qui se dépose sur la neige et la glace marine durant les épisodes de diminution du mercure est apparemment réduite et de nouveau émise dans l'atmosphère, au lieu de pénétrer dans l'océan. Les données recueillies au cours de l'application du PLCN pour le Hg atmosphérique ne révèlent pas de lien évident avec les tendances parfois inquiétantes et la variabilité du Hg dans les prédateurs aquatiques comme le béluga. À mon avis, la réponse à ce mystère repose dans la partie du système qui a été le moins étudiée – l'océan. Les sources importantes pour les variations et les tendances des fardeaux de Hg pour la biote de l'océan Arctique sont les processus comme la méthylation et la déméthylation du Hg, les changements dans les habitudes alimentaires des animaux et les changements dans l'apport de Hg aux bassins de drainage adjacents où le pergélisol fond. Il me paraît évident que nous devons avoir une compréhension beaucoup plus approfondie du cycle du Hg dans l'océan Arctique pour pouvoir élucider davantage la question des risques que présente le Hg pour les écosystèmes arctiques et celle de savoir comment nous pourrions réduire ces risques.

Bref, les scientifiques qui s'intéressent aux contaminants ont encore beaucoup à faire. Certes, le maintien de la surveillance des tendances est important, mais cette fonction doit être exécutée dans le contexte de l'évolution des voies de pénétration. Il importe en particulier, en cette période de changements rapides dans l'Arctique, de déterminer le type de risques que présentent les contaminants, compte tenu du stress supplémentaire pour les prédateurs aquatiques confrontés à la perte de glace d'été dans l'océan Arctique, de l'invasion par de nouvelles espèces et de l'altération des régimes de température. Les spécialistes continuent d'inventer de nouveaux produits chimiques à un rythme beaucoup plus rapide que celui où les chimistes de l'environnement peuvent découvrir des moyens de mesurer leur présence dans l'environnement. Nous devons consacrer une partie de l'effort sur les nouveaux produits chimiques qui présentent les risques les plus élevés en raison de leur persistance, de leur potentiel de bioaccumulation, de leur toxicité et de leur capacité à parvenir jusqu'à l'Arctique. Enfin, nous devons étudier les processus océaniques affectés par le Hg, dans le but d'arriver à comprendre les facteurs qui ont été signalés au cours des dix dernières années relativement à la chimie du mercure dans l'atmosphère arctique (p. ex., Steffen *et al.*, 2008).

Robie Macdonald est chef, Qualité de l'environnement maritime, Pêches et Océans Canada. Lorsqu'il a rédigé cet article, il était l'expert scientifique en chef à bord du NGCC Amundsen, *qui passait l'hiver dans la mer de Beaufort.*

Références

Braune, B.M., 2007. Temporal trends of organochlorines and mercury in seabird eggs from the Canadian Arctic, 1975–2003. *Environmental Pollution*, 148: 599–613.

Hickie, B.E., P.S. Ross, R.W. Macdonald et J.K.B. Ford, 2007. Killer whales (*Orcina orcas*) face protracted health risks associated with lifetime exposure to PCBs. *Environmental Science and Technology*, 41: 6613–6619.

Macdonald, R.W., T. Harner et J. Fyfe, 2005. Recent climate change in the Arctic and its impact on contaminant pathways and interpretation of temporal trend data. *Science of the Total Environment*, 342: 5–86.

Muir, D.C.G. et P.H. Howard, 2006. Are there other persistent organic pollutants? A challenge for environmental chemists. *Environmental Science and Technology*, 40: 7157–7166.

Muir, D.C.G., B. Braune, B. DeMarch, R. Norstrom, R. Wagemann, L. Lockhart *et al.*, 1999. Spatial and temporal trends and effects of contaminants in the Canadian Arctic marine ecosystem: a review. *Science of the Total Environment*, 230: 83–144.

Le programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique (AMAP), 1998. The Arctic Monitoring and Assessment Programme report: Arctic pollution issues. Oslo, Norvège, 859 p.

Le rapport d'évaluation des contaminants dans l'Arctique canadien, 1997. Affaires indiennes et du Nord Canada, Ottawa, Canada, 460 p.

Schiedek, D., B. Sundelin, J.W. Readman et R.W. Macdonald, 2007. Interactions between contaminants and climate change. *Marine Pollution Bulletin*, 54: 845–856.

Schroeder, W.H., K.G. Anlauf, L.A. Barrie, J.U. Lu, A. Steffen, D.R. Schneeberger, *et al.*, 1998. Arctic springtime depletion of mercury. *Nature*, 294: 331–332.

Smith, J.N., K.M. Ellis et L.R. Kilius, 1998. ^{129}I and ^{137}Cs tracer measurements in the Arctic Ocean. *Deep-Sea Research*, 45: 959–984.

Steffen, A. *et al.*, 2008. A synthesis of atmospheric mercury depletion chemistry linking atmosphere, snow and water. *Atmospheric Environment*, en cours d'impression.

Wania, F., 2003. Assessing the potential of persistent organic chemicals for long-range transport and accumulation in polar regions. *Environmental Science and Technology*, 37: 1344–1351.

DES NIVEAUX PRESQUE RECORD DE PRÉCIPITATIONS CAUSENT LE DRAINAGE RAPIDE DU LAC ZELMA, PLAINE OLD CROW, NORD DU TERRITOIRE DU YUKON

Brent B. Wolfe et Kevin W. Turner

En juin 2007, durant la première phase de nos travaux d'hydrologie sur le terrain menés pour le compte du gouvernement du Canada, dans le cadre du projet de l'Année polaire internationale appelé « Changement environnemental et utilisation traditionnelle dans la plaine Old Crow (nord du Canada) », nous avons constaté le rapide drainage terrestre du lac Zelma. La plaine Old Crow (POC), un écosystème d'eau douce de 5 300 km² du Nord du Yukon renommé dans le monde entier pour son importance écologique, est étroitement liée à l'identité culturelle de la communauté Gwitchin Vuntut de ce secteur. Le lac Zelma se distingue des autres lacs (il y a plus de 2 000 lacs dans la POC) par sa grande taille, le fait qu'il est accessible par bateau et parce que les résidents de la localité l'utilisent depuis longtemps pour la chasse, la pêche et le piégeage. Nous avons utilisé des photographies aériennes prises lors d'un levé en juillet 2007 ainsi que des mesures de la profondeur de l'eau pour estimer qu'une perte d'environ 5,8 millions de mètres cubes d'eau (l'équivalent de 220 piscines de dimensions olympiques) avait exposé une superficie du lit du lac d'environ 5,2 kilomètres carrés, ce qui représente une réduction de 43 % de la superficie du lac et de plus de 80 % de son volume. Durant le mois de mai, avant le début de nos travaux, les précipitations avaient atteint au total 44,4 mm, soit le plus haut niveau enregistré depuis 1951, l'année où l'on a commencé à prendre des mesures. Au cours des deux mois précédents, des niveaux de précipitations cumulatives supérieurs à la moyenne avaient été enregistrés. L'analyse de la composition isotopique de l'eau du lac Zelma révèle que des chutes de pluie substantielles ont probablement élevé le niveau du lac, ce qui a entraîné l'érosion rapide du rivage et le drainage du lac dans le réseau de canaux qui exporte l'eau de la plaine.

INTRODUCTION

Dernièrement, les préoccupations à l'échelle locale que suscitent la baisse du niveau des lacs de la plaine Old Crow, dans le nord du territoire du Yukon, et ses conséquences pour l'intégrité de l'écosystème d'eau douce ont donné lieu à une initiative de recherche multidisciplinaire financée par le programme de l'Année polaire internationale (API) du gouvernement du Canada. Le projet appelé « Changement environnemental et utilisation traditionnelle dans la plaine Old Crow (nord du Canada) » réunit des chercheurs de plusieurs disciplines qui œuvrent dans les universités et au sein des gouvernements, dans le cadre d'un partenariat avec la Première nation des Gwitchin Vuntut, qui s'intéresse aux complexités des répercussions du changement de climat sur la plaine Old Crow et les collectivités environnantes. La recherche couvre plusieurs disciplines – géologie, géographie physique, science du pergélisol, hydrologie, limnologie, écologie terrestre, biologie de la faune, nutrition – et aussi la connaissance traditionnelle du territoire et des processus qui s'y déroulent. Les principaux objectifs sont les suivants : 1) documenter l'histoire des changements environnementaux qui se sont produits dans la plaine Old Crow, à partir d'un ensemble d'archives sur l'histoire naturelle depuis la dernière époque interglaciaire jusqu'à présent; 2) déterminer la répartition et l'abondance de la végétation et de la faune, ainsi que les processus qui relient ces facteurs à l'évolution du milieu physique; 3) évaluer l'impact des changements de l'environnement physique et biologique sur les sources d'alimentation traditionnelles des Gwitchin Vuntut; et 4) élaborer un programme de surveillance environnementale à long terme pour la plaine Old Crow, qui sera appliqué par les Gwitchin Vuntut durant l'API et au-delà de cette période.

Les études hydrologiques du projet de l'API dépendent en grande partie des traceurs d'isotopes de l'eau si l'on veut déterminer l'importance relative et la variabilité spatiale des processus qui régissent le bilan hydrique actuel des lacs – fonte de la neige, pluies, fonte de la glace de sol, et évaporation – et savoir si la baisse du niveau des lacs représente un changement directionnel unique, ou si elle reflète la variabilité hydrologique naturelle. Les travaux sur le terrain ont commencé en juin 2007; ils comprenaient la collecte d'échantillons d'eau pour l'analyse de la composition isotopique de l'oxygène et de l'hydrogène. Les échantillons ont été prélevés dans 56 bassins et 13 rivières de la zone utilisée par les Gwitchin Vuntut. Lors de notre premier survol en hélicoptère, nous avons constaté la rupture de la berge sud-ouest du lac Zelma, un grand bassin d'environ 12 kilomètres carrés et de moins d'un mètre de profondeur. À cause de cette rupture, l'eau du lac se déversait rapidement dans deux petits bassins, puis dans un ruisseau des environs.

Le lac Zelma a une certaine importance culturelle pour les habitants de la plaine, et le drainage a confirmé les prévisions d'un résident de la localité dont la famille chasse, pêche et piège les animaux sauvages à cet endroit depuis des générations. À une réunion de planification de la recherche, en février 2007, il nous a fait part de ses préoccupations à propos du drainage imminent du lac. Depuis lors, le problème de drainage a suscité l'intérêt des médias à l'échelle nationale (www.cbc.ca/canada/north/story/2007/08/07/yk-zelma.html). Dans cet article, nous décrivons nos observations sur le terrain et fournissons des données probantes sur le climat et la composition isotopique pour montrer que les précipitations qui ont presque atteint des niveaux record entre mars et mai ont provoqué le drainage.

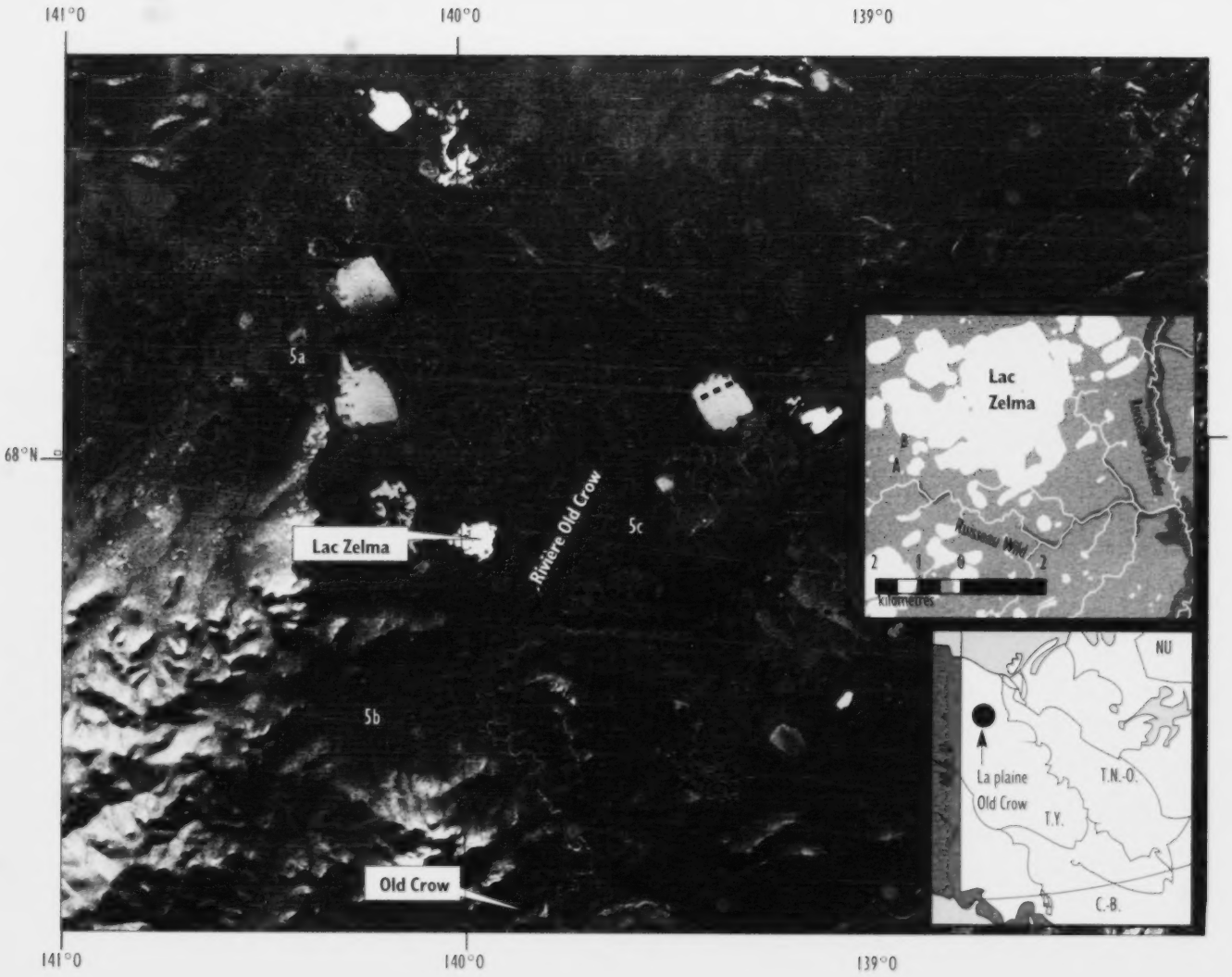
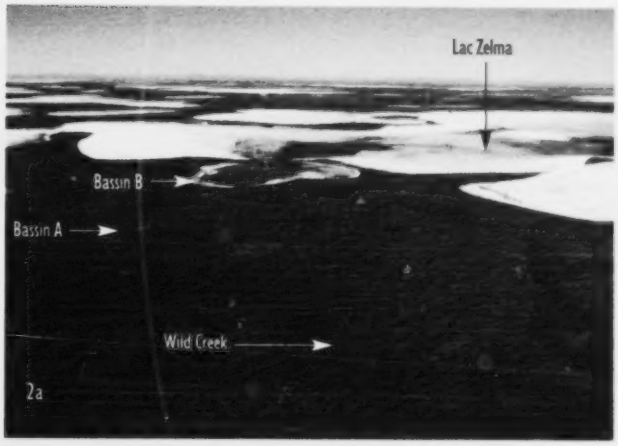


Figure 1
La plaine Old Crow, dans le nord du territoire du Yukon, est l'endroit où vivent les membres de la Première nation Gwitchin Vuntut. C'est un écosystème humide d'une importance internationale. Le lac Zelma est un grand bassin situé à l'ouest de la rivière Old Crow. Les marques 5a–5c correspondent aux endroits montrés dans les photos de la figure 5.

OBSERVATIONS SUR LE TERRAIN

Le lac Zelma est l'un des plus grands lacs de la plaine. Il s'étend au nord du ruisseau appelé Wild Creek, tributaire d'un autre cours d'eau, Schaeffer Creek, qui se vide dans la rivière Old Crow (figure 1). Le 6 juin 2007, nous avons remarqué un petit (12 ha) lac drainé (bassin A) au sud de l'extrémité ouest du lac Zelma (figure 2a et 2b). D'après un résident de la localité, le bassin A s'est vidé dans Wild Creek durant l'été 2006. La plus grande partie du bassin A avait été asséchée, sauf pour un canal central encaissé qui amenait l'eau du bassin suivant d'une dimension semblable, en amont (bassin B). Le flux était substantiel, comme l'indiquaient des petits groupes de rapides bien évidents au centre et la décharge du bassin A. Il avait élevé le niveau de Wild Creek bien au-delà de la capacité de ses berges, ayant noyé des épinettes sur la plaine inondable. On pouvait distinguer nettement, par la couleur, le point où les eaux du lac entraient dans Wild Creek. Le bassin B semblait presque plein, ce qui pouvait signifier que le drainage n'avait commencé que très peu de temps auparavant, même si son niveau avait peut-être été maintenu par le lac Zelma dont la berge sud-ouest avait été brisée.

Quand nous sommes retournés à l'endroit visé par l'étude, le 23 juillet 20007, nous avons remarqué que l'écoulement avait diminué dans le canal encaissé du bassin A. Le bassin B était à sec, et le niveau d'eau avait beaucoup diminué dans le lac Zelma (figure 2c et 2d). Une grande surface du lit du lac venait d'être exposée le long du rivage du lac Zelma. Selon les estimations basées sur des photos aériennes obliques et les mesures de la profondeur de l'eau du lac prises au cours des opérations menées en juin et juillet, une perte d'eau de ~5,8 millions m^3 (~220 piscines de dimensions olympiques) a exposé ~5,2 km^2 de lit du lac, ce qui représente une réduction de ~43 % de la superficie du lac (figure 2e) et de plus de 80 % de son volume.



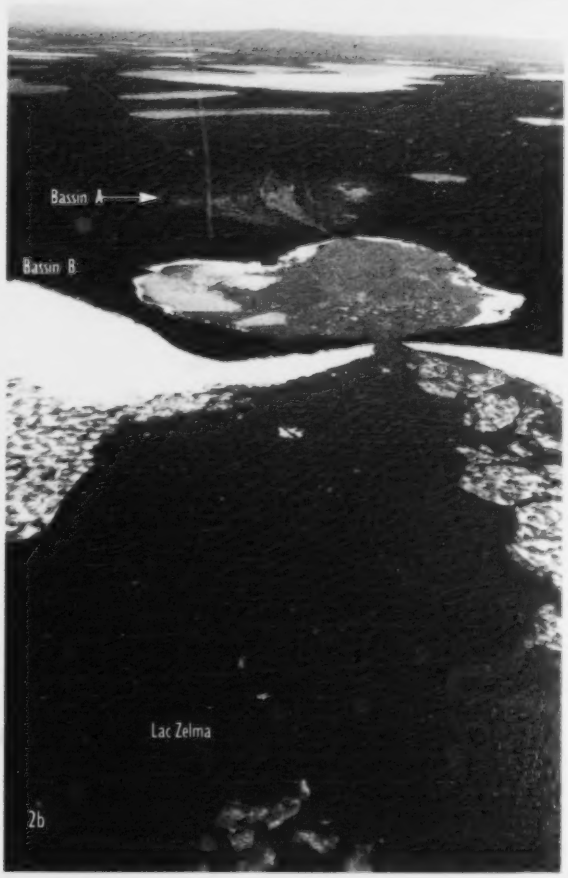
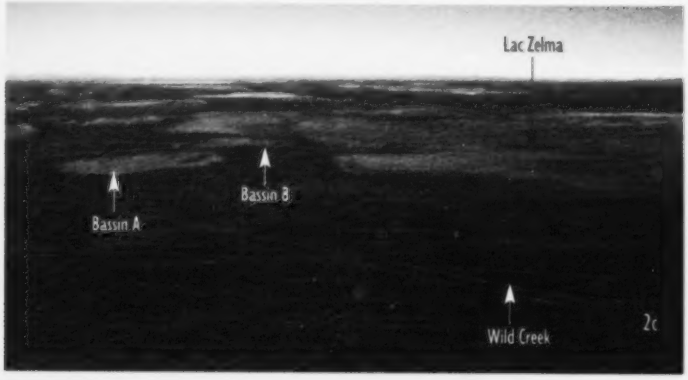


Figure 2a et 2b
Photos du lac Zelma prises le 6 juin 2007.



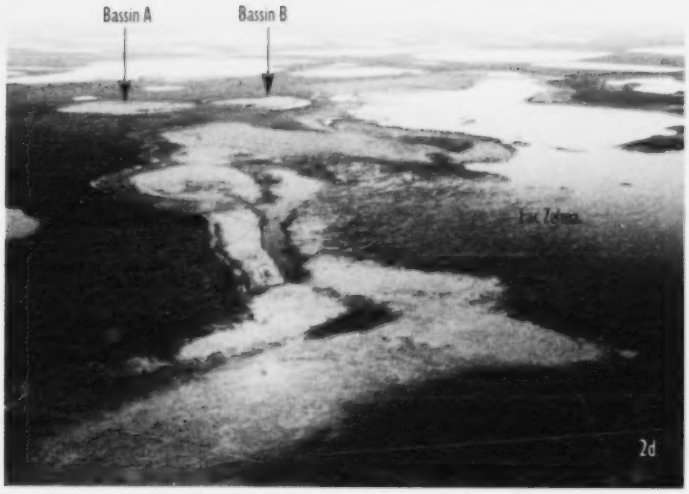
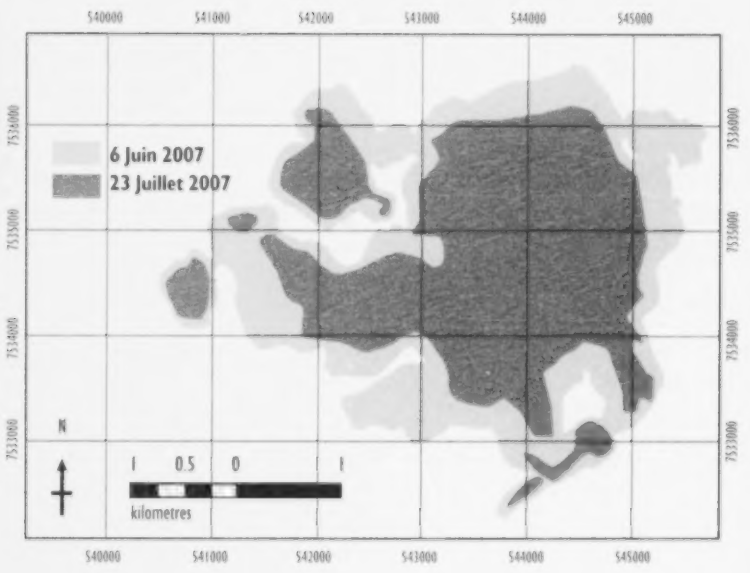


Figure 2c et 2d
Photos du lac Zelma prises le 23 juillet 2007.

Figure 2e
Étendue spatiale du lac Zelma estimée le 6 juin et le 23 juillet 2007.



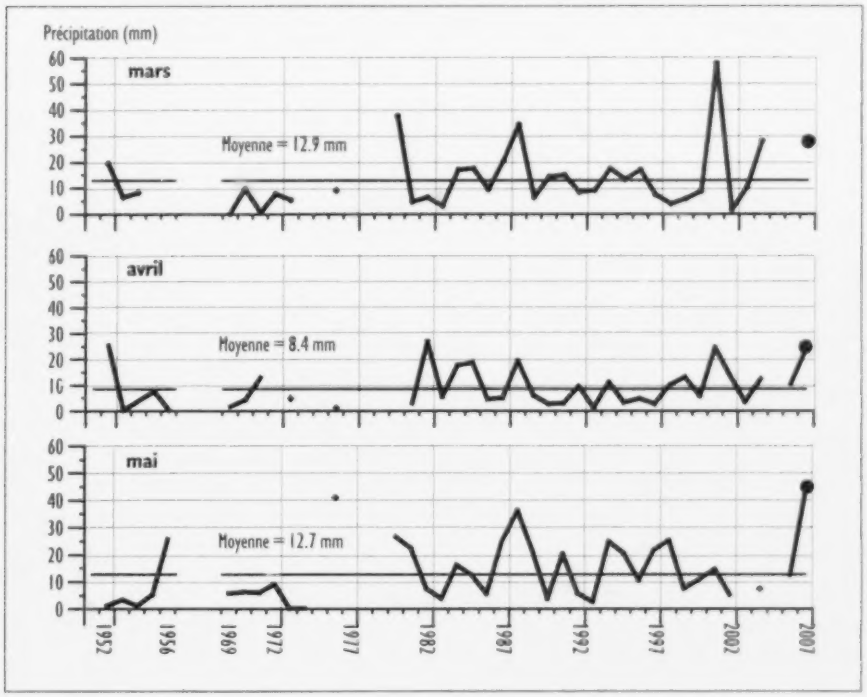


Figure 3
Précipitations pour mars, avril et mai (1951–2007) mesurées à l'aéroport d'Old Crow (www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/index.html).

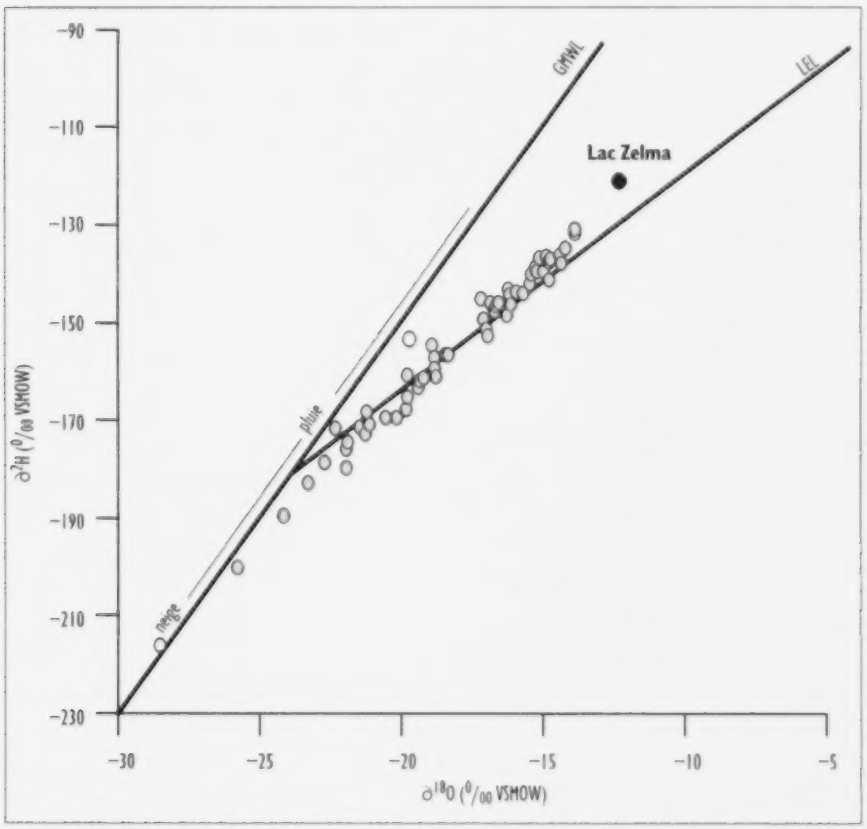


Figure 4
Résultats de l'analyse de la composition isotopique de l'oxygène et de l'hydrogène pour les échantillons prélevés dans 56 lacs (cercles ombrés) entre le 6 et le 13 juin 2007. Les lignes de référence incluent la ligne d'eau météorique globale (GMWL) et la ligne d'évaporation locale (LEL), cette dernière ayant été établie grâce à l'utilisation d'un bac d'évaporation gardé à l'aéroport d'Old Crow. La composition isotopique moyenne pour la neige et la pluie locales (points vides), basée sur les échantillons recueillis entre mars et juillet 2007, est également indiquée. À noter que le lac Zelma se situe au-dessus de la LEL, en raison de l'apport récent des chutes de pluie substantielles.

CLIMAT ET DONNÉES ISOTOPIQUES

Nous avons examiné des données sur le climat local pour essayer de déterminer les causes du drainage du lac Zelma et constaté que les précipitations avaient amplement dépassé la moyenne enregistrée à la fin de l'hiver et au printemps 2007 (figure 3). L'accumulation de neige avait été de 27,8 mm en mars et de 24,0 mm en avril, soit beaucoup plus que les valeurs moyennes de 12,9 et 8,4 mm pour 1951 et 2007, respectivement. Les précipitations de 44,4 mm du mois de mai, composées de 10,0 mm de neige et de 34,4 mm de pluie, étaient les plus élevées qui aient été enregistrées depuis 1951 (la moyenne pour 1951–2007 était de 12,7 mm). Le 31 mai, six jours avant notre visite sur les lieux, 10 mm de pluie étaient tombés, ce qui représentait 23 % du total des précipitations mensuelles. Les précipitations cumulatives pour cette période de trois mois (96,2 mm) étaient presque trois fois plus élevées que la moyenne à long terme (34,0 mm); elles dépassaient les niveaux enregistrés chaque année depuis 1951 pour laquelle des relevés complets sont disponibles, sauf pour 2001 (96,8 mm).

Les résultats des analyses isotopiques de l'oxygène et de l'hydrogène pour les 56 lacs où l'on a prélevé des échantillons dans la plaine Old Crow, en juin 2007, concordent avec les niveaux de précipitation supérieurs à la moyenne enregistrés au début de la saison de dégel (figure 4). Nous tirons cette conclusion de l'évaluation des données isotopiques par rapport à la

5a

5b

5c

ligne d'eau météorique globale (GMWL) et à la ligne d'évaporation locale (LEL), deux lignes de référence qui caractérisent les eaux de précipitation et les eaux de surface dans un espace conventionnel de $\partial^{18}O$–$\partial^{2}H$, respectivement. On distingue facilement la composition isotopique moyenne de la neige et celle de la pluie, les principales sources d'apport d'eau aux lacs de la POC, et les données à cet égard font que les lacs se situent près de la GMWL. En revanche, presque tous les lacs se situent près de la LEL à cause de l'évaporation, bien que plusieurs (y compris le lac Zelma) se situent au-dessus de la LEL, étant donné l'apport récent de plus de 30 mm de pluie. D'après cette analyse des données climatiques et isotopiques disponibles, nous supposons que les précipitations qui ont presque atteint un record durant la période de mars à mai ainsi que la forte pluie du 31 mai ont élevé les niveaux d'eau du lac Zelma, ce qui a provoqué l'érosion rapide des berges, puis le déversement dans Wild Creek. D'autres facteurs, comme la fonte de la glace de sol et l'érosion régressive due aux changements du niveau de base pourraient avoir contribué au drainage du lac Zelma, mais actuellement il est difficile de déterminer leur importance relative.

ORIENTATION FUTURE

Le drainage du lac Zelma est-il une autre preuve des répercussions du changement de climat dans les régions de haute latitude? D'après nos observations du paysage de la plaine Old Crow, il existe de nombreux exemples de lacs dont le niveau d'eau était élevé dans le passé (figure 5a–5c). Le cas du lac Zelma ne devrait donc pas être considéré comme unique. Cependant, si les précipitations extrêmes à la fin de l'hiver et au début du printemps devenaient plus fréquentes, les cas de drainage latéral des lacs dans le réseau de canaux pourraient augmenter. Des pertes d'eau pourraient aussi résulter de l'augmentation de

Figure 5a–5c
Photos de bassins dont le niveau d'eau a été plus élevé dans le passé. Se reporter à la figure 1 pour les endroits.

l'évaporation au cours d'une plus longue saison sans glace et de l'accélération de la dégradation du pergélisol. D'un autre côté, les problèmes de végétation terrestre submergée que nous avons remarqués à certains endroits de la plaine pourraient être dus aux niveaux d'eau élevés ou à la thermoérosion des rivages. À l'évidence, la compréhension plus poussée de l'hydrologie de la plaine Old Crow à la longue sera essentielle pour que l'on puisse déterminer l'influence du changement de climat sur les récents drainages, comme celui du lac Zelma. Cette question sera le but prioritaire des études hydroécologiques et paléolimnologiques des prochaines années. Nous espérons que les constatations contribueront à la gestion des écosystèmes et des plans des collectivités pour l'adaptation aux continuels changements environnementaux.

*Brent B. Wolfe (*bwolfe@wlu.ca*) est professeur adjoint et titulaire de la chaire de recherche nordique en hydroécologie du Nord du Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSHC), au Département de géographie et des études environnementales de l'Université Wilfrid Laurier. Kevin W. Turner est un étudiant au niveau supérieur du Département de géographie et des études environnementales de l'Université Wilfrid Laurier.*

Remerciements

Nous remercions les gens de Old Crow qui nous ont accueillis dans leur milieu. Danny Kassi nous a signalé la possibilité de drainage du lac Zelma. Ann Balasubramaniam, Shaun Bruce, Renee Charlie, Dennis Frost, Shel Graupe, Roland Hall, Jennifer Lee, Jon Sweetman, Erika Tizya et Jana Tondu nous ont aidés à exécuter les travaux sur le terrain. L'aide pour ces travaux de recherche a été fournie par le programme de l'Année polaire internationale du gouvernement du Canada, le programme de la chaire de recherche nordique du CRSHC et le programme de formation scientifique dans le Nord d'Affaires indiennes et du Nord Canada.

ÉVALUATION DE LA LOGISTIQUE ET DE L'INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE NORDIQUE DU CANADA

Tom Hutchinson

Au cours de l'année écoulée, la Commission canadienne des affaires polaires a travaillé avec plusieurs partenaires à l'évaluation du soutien logistique et de l'infrastructure de recherche nordique du Canada. Tom Hutchinson, président de la Commission, donne des explications sur le projet dans cet extrait d'un entretien.

Le projet d'évaluation de la logistique et de l'infrastructure de recherche nordique du Canada de la Commission canadienne des affaires polaires a vu le jour parce que, pendant de nombreuses années, bien des gens ont constaté que l'infrastructure de recherche – stations sur le terrain et soutien logistique – pour la science nordique s'était terriblement détériorée depuis les années 1970. Les programmes comme Arctic Net, l'aménagement du brise-glace *Amundsen* pour la recherche, la création des chaires nordique et les initiatives comme le Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord ont amené beaucoup de nouvelles opportunités, mais aucun ne s'est penché sur la question de l'infrastructure des stations. Résultat : dans tout le Nord, bon nombre de stations – importantes sur le plan historique car certaines existent depuis 40 ou 50 ans – ne peuvent plus répondre aux besoins des chercheurs.

Donc, avec des partenaires qui incluent l'Institut de l'Arctique de l'Amérique du Nord, les Affaires indiennes et du Nord Canada, le bureau du programme fédéral pour l'Année polaire internationale, le Bureau du Conseiller national des sciences, le Conseil de recherches en sciences naturelles et en genie (CRSNG) et les gouvernements territoriaux, la Commission canadienne des affaires polaires s'est penché sur l'orientation de la recherche, avec une attention particulière sur ce qui arrivera dans les 25 ou 30 prochaines années. Compte tenu du réseau actuel, nous nous sommes posé des questions sur les investissements et les changements dans les ressources nécessaires pour faire la recherche.

Nous avons d'abord consulté plusieurs groupes dans l'ensemble du Canada – gens du Nord, chercheurs des universités, Premières nations et gouvernements. Nous avons établi les paramètres de l'étude avec l'aide d'un groupe de leaders en science nordique. Puis nous avons tenu une réunion avec les gestionnaires et les responsables de toutes les stations, à Québec, et leur avons demandé de décrire leurs installations – indiquer si elles pouvaient répondre aux besoins et les changements qu'ils estimaient nécessaires. L'état pitoyable des stations a été confirmé, mais il importe de signaler que ces personnes avaient constaté une forte augmentation de la demande. En fait, les locaux de toutes les stations du pays, sauf une, sont pleinement utilisés. L'une des stations du Haut-Arctique a une mince capacité d'accueil, mais les autres ne peuvent pas accroître leur activité. Pourtant la demande continue à augmenter compte tenu des programmes de l'API, d'ArcticNet et de toutes sortes d'autres initiatives de recherche. De surcroît, l'intérêt des gouvernements et des collectivités du Nord s'est accru.

Nous devions ensuite solliciter l'opinion des gens du Nord. Nous avons donc tenu un deuxième atelier, à Yellowknife. Les participants venaient en grande partie du Nord, et nous avons obtenu leur point de vue sur ce qui est nécessaire. Bon nombre des stations sont établies depuis longtemps à des endroits isolés, où se font de la recherche sur la physique atmosphérique, la glace océanique, etc. Les gens du Nord que nous avions convoqués étaient très intéressés, et ils souhaitaient participer aux recherches futures. Bien entendu, ils souhaitaient qu'une bonne partie de la recherche soit effectuée dans leur milieu. Naturellement, les gouvernements du Nord veulent en savoir beaucoup plus à propos de leur territoire. Ils veulent

donc s'impliquer davantage dans leur propre recherche scientifique. J'ai été frappé par le vif désir des gens qui veulent que les installations soient construites par les collectivités du Nord elles-mêmes et qu'elles servent à de multiples usages. Les problèmes sociaux revenaient souvent sur le tapis. Les questions scientifiques – changement de climat, chimie de l'atmosphère, glace, pergélisol, etc. – comptent pour bon nombre des besoins signalés, mais les gens sont beaucoup plus préoccupés par leurs propres enjeux sociaux et la santé des collectivités. Nous devons être en mesure d'étudier tous ces problèmes. Les gens du Nord et les gouvernements du Nord doivent participer pleinement à tout ce qui se passe. À l'évidence, les gens souhaitent qu'il y ait davantage d'établissements de formation (à un haut niveau) dans le Nord, pour que les personnes qualifiées puissent profiter des avantages que les nouveaux développements apporteront dans le Nord.

À la période même où se tenait l'atelier de Yellowknife, le gouvernement fédéral a mis le cap sur le Nord, ayant annoncé dans le Discours du trône son intention d'y faire de gros investissements. Une initiative fort utile : le Nord est donc sur l'écran radar. Le discours mentionnait le désir de construire une « station de recherche de calibre mondial ». Nous avons donc beaucoup parlé des modèles susceptibles de donner de bons résultats et des moyens à prendre pour les élaborer, et pour que le réseau proposé joue un rôle à cet égard. Presque tous les intéressés estiment que le Canada, un pays géographiquement énorme très diversifié doté de nombreuses caractéristiques terrestres et marines différentes, doit se doter d'un réseau – et que la nouvelle station de recherche « de calibre mondial » devrait être intégrée à ce réseau.

Il y a plusieurs régions où une station de recherche serait fort utile, dont deux exemples viennent à l'esprit. Vu l'intérêt accru pour la mer de Beaufort, les exploitations de pétrole et de gaz et le forage dans les eaux profondes au large de l'île Banks – et dernièrement, près du plateau continental, dans plus de mille pieds d'eau – les gens ont beaucoup parlé de la possibilité de remettre sur pied la station de Tuktoyaktuk. Il y a un certain nombre d'années, la station utilisée pour l'Étude du plateau continental polaire à cet endroit a été fermée. Donc, certains estiment que la région de l'Arctique de l'Ouest, notamment la mer de Beaufort, est mal desservie. La station située à Inuvik s'intéresse surtout au delta du Mackenzie. À l'autre bout du pays, le récent règlement des revendications territoriales au Labrador a suscité un vif désir d'aménager des stations de recherche dans cette région. Les gens ont mentionné la possibilité d'avoir deux stations au Labrador, une sur la côte, dans la partie habitée par les Inuits, et une autre à l'intérieur des terres, à Goose Bay, qui desservirait les Innus.

Dernièrement, nous avons tenu un troisième atelier où nous nous sommes interrogés sur quoi portera la recherche au cours des 25 à 30 prochaines années. Nous avons envisagé des scénarios de changement climatique – changements de la faune, de la glace de mer (qui dans 25 ans pourraient être assez dramatiques), de la dynamique des populations, etc. Puis nous avons examiné quels seraient les besoins en infrastructure pour la recherche scientifique, quel était le rapport entre ces besoins et le réseau, et ce qu'il faudrait faire pour répondre à ces besoins à l'avenir. Voilà donc un aperçu du projet. La prochaine étape sera consacrée à la préparation du rapport que nous espérons publier en avril. Il s'agit d'un résumé sur la plupart des principales constatations et recommandations. Nous aimerions produire un rapport final plus détaillé à l'automne.

Ainsi se résume notre plan. Nous avons obtenu des appuis substantiels pour cette initiative – une coalition en quelque sorte. Les personnes qui œuvrent aux premières lignes de la science nordique, qui exécutent et gèrent la recherche, et celles qui sont grandement visées par la recherche y ont consacré beaucoup d'efforts. Nous espérons que cette initiative aura l'influence escomptée.

Tom Hutchinson est président de la Commission canadienne des affaires polaires et professeur émérite du programme d'études sur l'environnement et les ressources de l'Université Trent.

COMMUNICATION SCIENTIFIQUE 101

Laurie Buckland

« La bonne nouvelle est que les règles sur la communication (en science) efficace sont peu nombreuses et simples. La mauvaise nouvelle est que leur application n'est pas facile, ni naturelle. » [Traduction]

– Giovanni Carrada

Au cours des six prochaines années, le gouvernement du Canada consacrera 150 millions de dollars au soutien de la participation du Canada aux activités de l'Année polaire internationale (API). Les projets scientifiques et de recherche porteront sur deux thèmes prioritaires : les répercussions du changement de climat et l'adaptation; et la santé et le bien-être des collectivités nordiques. À ce jour, 44 projets de recherche ont été financés. D'autres projets portant sur la formation, la comm...nication et la sensibilisation seront bientôt annoncés.

Les buts et objectifs des projets de l'API sont variés, mais tous relèvent d'une vision commune : le désir de laisser un héritage permanent positif, c'est-à-dire des nouvelles connaissances, des moyens et un intérêt pour les régions polaires. Cet héritage profitera non seulement à la science et aux scientifiques, mais aussi aux gens du Nord, aux collectivités autochtones et à tous les Canadiens. S'il est important que les résultats des projets de recherche canadiens de l'API soient publiés dans les revues scientifiques, il faut aussi qu'ils soient accessibles au public. Communiquer l'information et intéresser les gens aux enjeux de la science polaire – d'une manière compréhensible pour tous les Canadiens – sont des points essentiels, si l'on veut concrétiser la vision de l'API.

Bon nombre de scientifiques sont des communicateurs de talent, mais la plupart d'entre nous ne sommes pas doués comme David Suzuki ou Carl Sagan lorsqu'il s'agit

d'expliquer les concepts scientifiques aux non-initiés. La plupart des scientifiques sont beaucoup plus à l'aise dans le milieu des rapports d'études et des articles de périodiques qu'ils connaissent bien. Autrement dit, ils se sentent bien quand ils communiquent avec des gens qui parlent leur langue – leurs pairs – dans des domaines qui relèvent de leur champ de compétence. Mais il faut encourager les scientifiques à prendre une plus grande part de responsabilités pour faire comprendre les choses au public. Le problème n'est pas que nous ne connaissons pas la méthode à adopter, mais plutôt qu'il nous est si difficile de nous affranchir de notre culture de science (les choses que nous avons apprises et mises en pratique) et d'adopter une approche différente, qui ne nous est pas familière et ne nous semble pas naturelle.

Vu l'importance de faire connaître les résultats de la recherche de l'API à un grand nombre de Canadiens, il vaut la peine d'examiner certains principes fondamentaux de communication scientifique. Dans cet article, j'explique les avantages qu'apportent les tentatives d'intéresser le public aux enjeux de la science, je décris des méthodes couramment utilisées pour faire comprendre les choses aux gens et je présente des techniques de communication que les scientifiques peuvent utiliser pour intéresser les autres à leur travail et faire passer leur message.

POURQUOI COMMUNIQUER AVEC LE PUBLIC ?

Pourquoi le Canadien moyen devrait-il connaître ou comprendre les enjeux scientifiques? Pourquoi devrait-il savoir ce qui se passe dans les régions polaires? En fait, nous vivons dans une société du savoir. Grâce à la connaissance, nous sommes tous plus en mesure de participer aux débats et aux processus démocratiques comme l'élaboration des politiques. En plus de répandre la connaissance, les récits sur la science aident à faire connaître la valeur d'une façon rationnelle ou scientifique de réfléchir à certains problèmes. Et les citoyens ont le droit de savoir où vont leurs impôts. C'est souvent le public qui décide en ce qui a trait au financement de la recherche et à la façon d'en utiliser les résultats. Les décisions à propos du travail des scientifiques ne sont pas prises seulement par la communauté scientifique. De plus en plus, elles demandent l'intervention d'autres groupes de la société, y compris l'entreprise privée, les groupes d'intérêt spéciaux, les politiciens et d'autres gens. Les intéressés devraient être en mesure de suivre l'évolution de la recherche et de se faire une opinion en se basant sur une information scientifique judicieuse.

On a vu que la confiance était plus importante que la connaissance quand on veut obtenir le soutien du public pour la recherche scientifique. Les scientifiques peuvent davantage gagner la confiance des gens en communiquant directement avec eux, plutôt qu'en se fiant aux journalistes ou à d'autres relayeurs de l'information. Individuellement, les gens tirent avantage de leur capacité de faire de meilleurs choix sur des questions rattachées à leur vie quotidienne, comme la santé et le bien-être personnel. On peut donc dire que la compréhension de la science apporte des avantages aux personnes et à la société.

APPROCHES POUR LA COMMUNICATION SCIENTIFIQUE

Le mouvement de vulgarisation de la science qui a vu le jour au début des années 1980 faisait valoir ce qu'on appelle aujourd'hui un « modèle déficient » de communication en science, alors que les scientifiques ont adopté une approche descendante. Le public a été considéré comme un receveur passif de l'information – les gens étaient des contenants vides qu'il fallait remplir de connaissances – et l'information a circulé dans un sens, depuis la source (le scientifique) jusqu'au destinataire (le profane). Les renseignements scientifiques, présentés comme des faits, ne donnaient pas la possibilité de poser des questions. Selon le modèle déficient, la controverse publique à propos de la science était considérée comme le résultat du manque de compréhension des citoyens. Les scientifiques étaient encouragés à accroître la compréhension du public à propos de la science – si les gens comprenaient mieux, ils seraient en faveur de la recherche, les controverses se dissiperaient et tout irait bien. Autrement dit, le problème était attribuable à la société.

La communication scientifique en tant que discipline a beaucoup progressé. Depuis la fin des années 1990, les théories de communication scientifique ont évolué au point où, actuellement, la communication est considérée comme un processus de négociation. La communication scientifique demande un consensus et une compréhension mutuelle. C'est un processus qui consiste à générer des connaissances mutuellement acceptables. Nous savons maintenant que le public n'est pas simplement une masse homogène, mais qu'il comprend de nombreux groupes diversifiés. Il n'y a pas qu'un seul public, mais de nombreux publics. Même chez les scientifiques, souvent l'augmentation de la spécialisation crée des difficultés pour la compréhension des autres disciplines. Donc, tous les scientifiques font partie du grand public quand il est question d'une chose qui déborde leur propre champ de connaissance.

Les publics ne sont plus considérés comme des receveurs passifs de l'information, mais bien comme des créateurs actifs de sens, qui ajoutent de nouveaux renseignements à la connaissance tirée de leur expérience. Une approche contextuelle en ce qui a trait à la compréhension de la science par le public, qui préconise le partage de l'information scientifique selon des méthodes qui tiennent compte de la connaissance, des croyances, des attitudes, des intérêts et des préoccupations des gens, est bien plus efficace pour l'atteinte des buts de la communication scientifique. En créant un réel dialogue avec le public et en faisant preuve d'ouverture, les scientifiques peuvent aider à créer un climat de connaissance et de confiance réciproques entre le monde de la science et l'ensemble de la société. On sait que la connaissance scientifique est cumulative et provisoire, et elle devrait être présentée sous cet angle.

FAIRE PARTICIPER LE PUBLIC

La nécessité de connaître les gens avec lesquels vous faites affaire est l'un des principes fondamentaux de la communication scientifique efficace. Pour intéresser les gens et faire passer votre message, vous devez connaître certaines choses sur eux. Renseignez-vous le plus possible sur leurs antécédents, leur champ de compétence, leurs intérêts généraux, leurs croyances et leurs valeurs probables, leur connaissance du sujet et leurs attitudes. La connaissance des gens vous aide à déterminer les points à examiner en profondeur et ceux qui sont moins importants. Elle peut aussi aider à déterminer le moyen le plus efficace. Exemple : de nombreuses publications à vocation scientifique, comme le *Méridien*, ont un effectif-lecteurs très diversifié, en grande partie composé d'adultes, qui comprend des décideurs, des fonctionnaires, des étudiants et d'autres chercheurs. Pour intéresser les plus jeunes, on pourrait peut-être recourir à de nouvelles technologies, comme les balados et les blogues.

Le public et les autres scientifiques s'intéressent habituellement aux méthodes, aux résultats et aux autres détails techniques, mais d'habitude les gens ordinaires veulent savoir à quoi servent les choses et ce qu'elles leurs apporteront, comme par exemple savoir si elles leur seront utiles ou si elles nuiront à leur santé ou à leur sécurité. Cette insistance sur les avantages pratiques d'un concept ou d'une découverte scientifique, que ce soit pour un public en particulier, une société ou l'ensemble de l'humanité, est appelée « attrait de l'application ». Plus un résultat influe sur notre mode de vie, plus il suscite notre intérêt. Pour les enjeux de la science polaire et du changement de climat, cela signifie trouver un moyen de relier ce qui se passe dans les régions polaires à la vie quotidienne des gens. Une autre approche efficace pour le grand public est celle qui mise sur l'émerveillement, qui privilégie l'effet de surprise ou la stupéfaction des gens face à une découverte scientifique captivante.

ADAPTATION AU PUBLIC

De nombreuses stratégies peuvent vous aider à séduire les gens, à susciter leur intérêt et à leur inculquer des connaissances. Habituellement, ces stratégies appelées stratégies d'adaptation au public tentent de rendre clair ce que les gens connaissent mal. L'adaptation de l'information scientifique pour le grand public peut inclure l'utilisation de la narration, d'exemples, de comparaisons, de représentations graphiques et d'autres aides visuelles, ainsi que le recours à la logique et à l'organisation. Il faut utiliser ce que les gens connaissent – leur connaissance, leur expérience et leurs valeurs – comme des fondations pour faire acquérir de nouvelles connaissances. Il est beaucoup plus facile de saisir les nouveaux concepts et de comprendre les nouvelles idées s'ils se rapportent à quelque chose qu'ils connaissent ou dont ils ont fait l'expérience.

Le récit est la plus ancienne forme de communication. La narration peut rendre la science accessible et acceptable pour le grand public, en créant une histoire humaine où les gens peuvent s'identifier à un sujet scientifique. On peut présenter la science au grand public en lui donnant la forme d'un récit dramatique, avec tout ce qu'il comporte – personnages, intrigue, milieu, période, conflit et résolution. Souvent le récit est plus intéressant, si on parle du scientifique, au lieu de s'attacher à la recherche. On peut, par exemple, expliquer comment la personne en est venue à s'intéresser au sujet ou ce qui l'a amenée dans ce domaine de travail ? Les réponses peuvent être surprenantes.

Les comparaisons sont particulièrement utiles quand on veut adapter des concepts scientifiques pour le grand public. Bob McDonald, l'animateur de l'émission scientifique « Quirks and Quarks » présentée à la radio sur CBC, maîtrise l'art de reformuler les propos de ses scientifiques invités par la comparaison à des objets et situations de la vie quotidienne. Les synonymes, l'établissement d'un rapport, et surtout les métaphores – comme « code génétique » et « horloge biologique » sont tous des procédés efficaces. Il est important de trouver les métaphores qui rappellent aux gens quelque chose qu'ils connaissent ou dont ils ont fait l'expérience, et d'utiliser les mêmes continuellement. En plus de donner de la couleur et d'accroître l'intérêt pour les textes et les présentations, le recours efficace aux illustrations, aux photos et à d'autres supports semblables aide à faire voir les concepts.

La logique et l'organisation, c'est-à-dire l'utilisation d'entêtes appropriés, peuvent donner des indices du contenu du texte, au lieu de miser sur la structure. Les scientifiques sont formés pour pouvoir suivre et utiliser la méthode scientifique, un mode de présentation très structuré pour les résultats des travaux scientifiques. D'abord on examine la documentation pertinente, on explique le problème ou le manque de données, on présente une hypothèse, on décrit des méthodes, on montre en détail les résultats, et enfin, on tire des conclusions. D'un autre côté, d'habitude les non-scientifiques préfèrent aller tout de suite au fond des choses. S'ils sont intéressés, ils continuent à lire ou ils examinent la question plus à fond. Il faut donc commencer par l'idée la plus importante, puis combler les manques en donnant des détails, par ordre d'importance. L'introduction doit capter l'attention du public. C'est ce que les journalistes appellent la « pyramide inversée ».

RAPPORTS AVEC LES MÉDIAS D'INFORMATION

La connaissance du public visé inclut la nécessité de choisir le moyen le plus approprié pour transmettre votre message. Les sites Web, blogues et balados, permettent d'atteindre certains créneaux, notamment les jeunes qui ont la bosse des technologies. Les médias d'information plus conventionnels, comme les journaux, la radio et la télévision demeurent importants, vu leur capacité d'atteindre beaucoup de gens.

Bon nombre de scientifiques sont réticents à traiter avec ces médias d'information parce qu'ils doivent être en contact avec les journalistes. La plupart des scientifiques n'ont

NOUVEAU REPRÉSENTANT DU CANADA AU SEIN DU CONSEIL DU COMITÉ INTERNATIONAL DE LA SCIENCE ARCTIQUE

La Commission canadienne des affaires polaires souhaite le bienvenue à M David S. Hik, le nouveau représentant du Canada au sein du conseil du Comité international de la science arctique (IASC). M Hik est professeur et titulaire de la Chaire de recherche du Canada en écologie boréale, ainsi que Directeur exécutif du Secrétariat du Comité national de l'Année polaire internationale.

pas d'expérience et n'ont reçu aucune formation dans ce domaine. Et il existe une certaine méfiance entre les journalistes et les scientifiques. Ces derniers estiment peut-être que les journalistes ne comprennent pas la nature et la valeur de la science, qu'ils ont tendance à montrer le sensationnel dans leurs articles, à simplifier à l'excès et à mal interpréter les constatations scientifiques. Les journalistes estiment peut-être que les scientifiques n'expriment pas très bien leurs idées, que leurs vues sont étroites et qu'ils craignent d'être mal cités. Les deux groupes doivent reconnaître que le milieu du journalisme et la communauté scientifique représentent des cultures différentes, dont les buts et les conventions divergent.

Les journalistes veulent des récits qui ont un côté émotionnel, alors que les scientifiques veulent demeurer objectifs et neutres. Les journalistes s'attendent à ce que la science apporte des réponses et une certitude, mais la connaissance scientifique est provisoire et progressive. Les journalistes recherchent la controverse, alors que les scientifiques recherchent le consensus. Les journalistes sont formés de manière à pouvoir donner un poids égal aux points de vue opposés. La science s'intéresse non pas aux débats, mais aux preuves. Ces valeurs et intérêts différents peuvent entraîner des malentendus et donc nuire aux relations entre les journalistes et les scientifiques. Par conséquent, tout comme les scientifiques qui traitent directement avec les publics doivent être renseignés à leur sujet, les scientifiques qui ont recours aux journalistes pour faire traduire leur message doivent être renseignés sur la culture et les normes de journalisme, pour utiliser le plus efficacement possible les médias d'information.

Les scientifiques devraient être au courant des facteurs qui, aux yeux du journaliste, donnent de la valeur à une nouvelle. D'après le journaliste, un « bon » article doit être pertinent et avoir du sens aux yeux du public. Un autre facteur est la fréquence ou la continuité: un sujet qui sera débattu pendant un certain temps a une valeur journalistique. En outre, si un récit rallie des gens, ou est relié à un autre texte qui a été publié, il a de meilleures chances d'être retenu. Les deux priorités de la recherche pour les projets scientifiques de l'API financés par le gouvernement fédéral remplissent ces critères de différentes façons. En général, les récits sur la santé et le bien-être sont considérés comme pertinents par le public parce qu'ils traitent de questions qui intéressent tout le monde et que tous comprennent. Bon nombre de gens commencent à comprendre le changement de climat sous l'angle de ses effets sur leur vie. Comme c'est là un sujet souvent présenté dans les nouvelles, un nouveau récit peut être relié à un texte déjà publié. Comme le changement de climat est un sujet qui fera couler de l'encre pendant un certain temps, il vaut la peine que les journalistes consacrent du temps à explorer ce thème et à nouer des liens avec les scientifiques en changement climatique. Les scientifiques devraient donc essayer de miser sur ces valeurs, pour que les récits de l'API sur la science obtiennent une couverture médiatique.

UN HÉRITAGE PERMANENT POUR L'API

Cet aperçu sur la communication scientifique est présenté compte tenu de l'intense activité de recherche polaire en cours ou qui sera bientôt entreprise dans le cadre de l'API 2007–2008. Les journalistes scientifiques et d'autres spécialistes de la communication seront les principaux artisans du succès de l'API pour ce qui est de l'héritage permanent positif, mais les scientifiques eux-mêmes peuvent beaucoup aider le public à comprendre la science, en s'efforçant de diffuser l'information sur les résultats de leurs études en dehors du milieu des revues scientifiques, des conférences et de la communauté scientifique. Peu importe s'ils le font directement ou par l'entremise des journalistes associés aux médias d'information, la communication scientifique efficace consiste à créer un lien avec un public et à trouver un langage et un mode de compréhension communs. Plus vous en saurez sur ce public, plus vous aurez des chances de faire passer votre message, et plus vous gagnerez la confiance des gens.

Laurie Buckland est biologiste. Elle possède une expérience de la gestion de la faune et des évaluations environnementales. Elle est depuis peu diplômée de l'Université Laurentienne où elle a suivi le programme de communication scientifique. Au cours de ses études, elle a fait un stage à la Commission canadienne des affaires polaires. Actuellement, elle est consultante en environnement chez Golder Associates Ltd., à Ottawa.

« LE PLUS GRAND CENTRE D'ÉLEVAGE DE RATS MUSQUÉS AU MONDE » : LE PROJET DE RÉHABILITATION DES RATS MUSQUÉS DE SUMMERBERRY, 1935–1965

Frank J. Tough

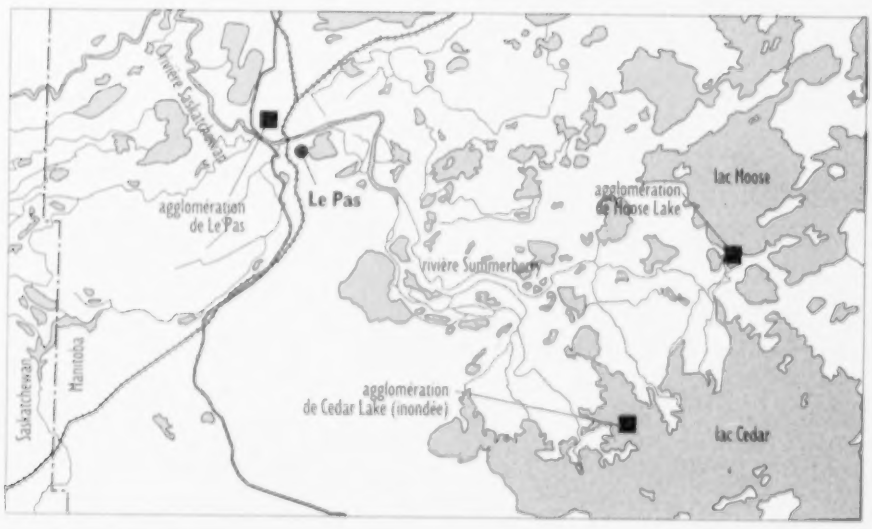
Dans les années 1930, la Direction de la chasse et de la pêche du gouvernement du Manitoba a lancé un audacieux projet de développement du Nord qui visait à promouvoir l'utilisation judicieuse des ressources et à fournir une aide économique aux Autochtones de la région de Le Pas. Ce projet reposait sur les manipulations environnementales, les ressources, la planification économique, la redistribution des revenus et la coopération fédérale-provinciale. Le sous-ministre des Mines et des Ressources naturelles de la province, D.M. Stephens, avait une bonne raison de se vanter que les hommes affectés à ce projet, en plus d'accomplir un travail très compliqué, exploitaient une très grande entreprise qu'il appelait fièrement « le plus grand centre d'élevage de rats musqués au monde »[1] [traduction]. À une certaine époque (*ca.* 1935–1955), quand les organismes fédéraux et provinciaux collaboraient dans les régions nordiques pour stimuler l'économie autochtone traditionnelle, le projet de réhabilitation des rats musqués de Summerberry a encouragé les responsables qui estimaient que les principes et les techniques de préservation pourraient contribuer au bien-être des Autochtones. Cette approche globale de gestion des ressources était appelée « projet de développement nordique », et c'était peut-être le premier exemple d'une intervention de l'État ainsi désignée[2]. Cet article raconte brièvement l'histoire d'un processus unique – une intervention planifiée dans l'habitat des rats musqués et l'économie autochtone du Nord du Manitoba – qui est encore d'actualité, vu l'intérêt pour le développement durable et la cogestion.

Le nom du projet rappelle la rivière Summerberry, un grand canal qui traverse la région du delta de la rivière Saskatchewan. Cette vaste région marécageuse inclut de nombreux lacs peu profonds et des ruisseaux ainsi qu'une couverture végétale propre aux marais composée de saules et de scirpes. Pour le rat musqué (*ondatra zibethicus*), qui est bien adapté aux terres humides, c'était le milieu idéal. Ces rongeurs peuvent se reproduire rapidement, mais les maladies, les prédateurs, et l'épuisement périodique de l'oxygène dû au faible niveau des cours d'eau freinent l'augmentation des populations[3]. La capacité des marécages à soutenir les populations de rats musqués est en grande partie déterminée par une étroite bande de végétation émergente[4]. La sécheresse altère beaucoup leur habitat, en réduisant les sources d'alimentation et les abris.

LES RESSOURCES EN FOURRURES ONT ÉTÉ SUREXPLOITÉES

L'intensive chasse au rat musqué qui se pratique au printemps était depuis longtemps une importante source de revenu traditionnelle pour les Autochtones, même si les prix des peaux étaient bas comparativement à ceux des peaux de castor, et le cycle décennal des populations a connu des fluctuations extrêmes. Pour la Compagnie de la baie d'Hudson (HBC), cette région, qui faisait partie du district de Cumberland House, était une grande source d'approvisionnement en peaux de rats musqués[5].

Le delta de la rivière Saskatchewan était le lieu du projet de réhabilitation des rats musqués. Pendant les années 1960 le projet hydroélectrique Grand Rapids a inondé en permanence le bassin du lac Cedar, transformant ainsi une grande partie de l'habitat des rats musqués en lacs peu profonds et boueux, et en tourbières. Cette carte montre le littoral actuel du lac.



1 Archives du Manitoba, ministère des Mines et des Ressources naturelles, fonds d'archives 17, B1, boîte 6, fichier 32.3.1, lettre du ministère pour octobre 1945 (ci-après AM, FA17).

2 AM, FA17, B1, boîte 96, fichier 32.1.23 (3 janvier 1938).

3 Stan Boutin et Dale E. Brikenholz, « Muskrat and Round-Tailed Muskrat », *Wild Furbearer Management and Conservation in North America*, Milan Novak, James A. Baker, Martyn E. Obbard et Bruce Malloch, éd. (Toronto : ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 1987), p. 314–325. L'auteur de l'ouvrage précurseur sur les rats musqués est Paul L. Errington, *Muskrat Populations* (Ames : Presses de l'Université de l'État de l'Iowa, 1963). Errington a visité les lieux en 1948.

4 J.A. McLeod, « A Consideration of Muskrat Populations and Population Trends in Manitoba », *Transactions of the Royal Society of Canada*, vol. 44, série 3 (juin 1950), p. 88.

5 Archives de la Compagnie de la baie d'Hudson, B.239/h/1-3, Revenus des fourrures, 1821–1691.

Dans les années 1930 cependant, les ressources en fourrures de cette région avaient presque disparu. Après 1900, les hausses considérables des prix des fourrures avaient attiré dans la zone subarctique bon nombre de trappeurs blancs non-résidents, et les règlements sur la préservation manquaient de vigueur. Par conséquent, les ressources en fourrures ont été surexploitées, ce qui a compromis la capacité des Autochtones à tirer leur subsistance de la terre. Les décideurs ont constaté l'ampleur du déclin du territoire des rats musqués, dans le delta de la rivière Saskatchewan où le nombre de bêtes capturées, soit 600 000 en 1902, avait diminué de moitié en 1910 et continué de baisser au point où, dans les années 1930, le rendement de la récolte n'atteignait que 10 000 peaux par année[6]. La sécheresse généralisée qu'a connue la région durant cette décennie a asséché les milieux humides du delta de la rivière Saskatchewan, et les aires qui servaient d'habitat aux rats musqués s'en sont trouvées réduites. Par ailleurs, les prix des fourrures avaient chuté, comme ceux des autres marchandises, durant la Grande dépression.

Les Indiens visés par les traités recevaient une aide du ministère fédéral des Affaires indiennes, mais les autorités du Manitoba savaient parfaitement que les Métis de Le Pas vivaient dans une extrême pauvreté. Selon une enquête menée en 1938 dans dix collectivités métisses de la région, le revenu annuel moyen des familles se chiffrait entre 35 $ et 231 $[7]. L.H. Pinney, inspecteur à la Direction de la chasse et de la pêche, a fourni l'explication suivante : « … les travailleurs chargés de fournir une aide donnent aux demandeurs demi-sangs une quantité de farine, de lard et de thé d'une valeur d'environ 3,00 $ et leur disent d'aller tirer leur subsistance de la terre » [traduction]. Il était donc « difficile d'administrer les lois sur la chasse d'une manière juste et équitable »[8] [traduction]. Les autorités ne pouvaient pas faire grand-chose pour aider ces gens, sauf assouplir les règlements sur la chasse.

LES AUTOCHTONES CRAIGNAIENT QUE LEURS TERRES SOIENT LOUÉES ET QU'ON LEUR EN INTERDISE L'ACCÈS

C'est Tom Lamb, un pilote et homme d'affaires de Le Pas, qui a prouvé qu'on pouvait réaménager les habitats. Grâce à un investissement dans un système de régularisation des eaux pour stabiliser les niveaux, en peu de temps il a réussi à ramener les rats musqués sur des terres marécageuses de la Couronne de 50 000 acres qu'il avait louées, ayant conclu un bail avec la province. Naturellement, les Autochtones de la région ont craint que leurs terres soient louées et qu'on leur en interdise l'accès. Au printemps 1934, une pétition conjointe des Indiens visés par les traités et des Métis déclarait :

> *Nous soussignés, Indiens de la bande de Le Pas, membres de l'association des demi-sangs du Nord et résidents de Le Pas et des environs, protestons respectueusement par la présente contre toute nouvelle mise en location des terres de la région de Le Pas.* [sic] *situées le long de la rivière Saskatchewan, de la rivière Le Pas, ou aux environs de Moose Lake, à des fins d'élevage d'animaux à fourrure ou de rats, pour les motifs suivants : une telle action nuirait à nos moyens de subsistance et nous empêcherait d'avoir accès aux aires de piégeage qui nous appartiennent depuis des temps immémoriaux…*[9] [traduction]

De même, en 1935, les Autochtones de la région de Le Pas ont demandé l'usage exclusif d'une zone, ayant affirmé que les Indiens visés par les traités avaient obtenu la loyale promesse qu'on ne nuirait pas à leurs moyens de subsistance, et que les demi-sangs qui étaient nés dans cette région entretenaient tous des liens étroits avec les habitants des réserves, et qu'à toutes fins pratiques les deux groupes formaient un seul peuple[10].

La question des droits conférés par les traités a amené une intéressante contestation face au désir de la province de confiner dans des enclos privés les marécages à rats musqués pour que cela profite à l'entreprise privée. La pétition adressée par les Autochtones aux autorités provinciales, qui demandait que les Autochtones jouent un rôle dans « l'élevage des rats musqués » a été fructueuse. Le gouvernement a alors décidé d'entreprendre la réhabilitation des rats musqués en tant que projet public, et l'État s'est donné pour tâche d'intervenir dans l'industrie des fourrures. La demande concernant l'usage exclusif de la zone a été appuyée par le gouvernement fédéral. En 1938, le ministre fédéral des Mines et des Ressources, T.A. Crerar, a écrit au ministre des Mines et des Ressources naturelles du Manitoba, J.S. McDiarmid, ce qui suit :

> *Il n'est pas nécessaire de préciser que le seul but qui m'incite à vouloir conclure des baux à long terme pour deux ou trois zones propices à la propagation des rats musqués dans la province du Manitoba est le désir d'établir les membres de certaines bandes indiennes de manière à ce qu'ils deviennent partiellement autosuffisants. Vous savez que ces Indiens jouissent d'un certain nombre de droits qui leur ont été garantis par le gouvernement. En outre, la Couronne a certaines obligations morales, auxquelles je peux accorder une extrême importance. La plus importante pourrait être celle qui concerne les droits de chasse et de piégeage dont jouissent nos Indiens depuis très longtemps – droits qui, bien entendu, sont toujours assujettis aux lois sur de telles activités, qui pourraient être promulguées de temps à autre*[11]. [traduction]

6 D.M. Stephens, « Fur Rehabilitation in Northern Manitoba », *Canadian Geographical Journal*, vol. 30, no 1 (1945), p. 12.

7 AM, FA17, B1, boîte 33, fichier 32.1.1.b, Recensement des Métis du district de Le Pas (1938).

8 AM, FA17, B1, boîte 33, fichier 32.1.1.b (18 février 1938).

9 AM, FA17, B1, boîte 96, fichier 32.1.10 (ca. février 1934). À cette époque, les Métis anglophones de la région de Le Pas utilisaient le terme « halfbreed » (demi-sang en français).

10 AM, FA17, B1, boîte 96, fichier 32.1.10, pétition adressée au ministre des Mines et des Ressources naturelles par les bandes de Le Pas, Moose Lake et Cedar Lake, et l'association des demi-sangs du Nord (18 juin 1935).

La réponse du ministre McDiarmid indique que la collaboration fédérale-provinciale pour promouvoir la préservation pourrait cadrer avec l'esprit et le but des traités : « J'estime que la province a collaboré avec vous et qu'elle maintiendra son entière collaboration pour ce qui est de votre désir de voir les gouvernements se conformer à l'esprit des traités conclus avec les Indiens »[12] [traduction]. Le gouvernement fédéral a donc négocié le bail du bloc des deux îles avec le Manitoba. Le ministère des Affaires indiennes a assuré la participation des Indiens visés par les traités en payant pour poursuivre le travail de réaménagement des terres humides, mais cette partie du projet de Summerberry a été réservée exclusivement aux Indiens visés par les traités et aux Métis[13].

SÉCURITÉ ÉCONOMIQUE MAXIMUM POUR LES TRAPPEURS PENDANT TOUTE L'ANNÉE

À la fin des années 1930, la province a réservé une aire de 137 000 acres désignée comme « le bloc Summerberry », obtenu des crédits du gouvernement fédéral pour construire le système de régularisation des eaux en utilisant la main d'œuvre locale et interdit le piégeage dans la région[14]. La construction du système de régularisation des eaux a commencé en 1937. Les emplois qui ont ainsi été créés ont aidé à compenser les personnes qui furent touchées par l'interdiction. Les niveaux des cours d'eau ont été élevés par les barrages et les digues qui retenaient les débits d'eau de pointe, et les canaux assuraient la dérivation de l'eau vers les marais et les lacs adjacents. En très peu de temps les populations de rats musqués ont connu un essor vertigineux (le nombre de huttes étant passé de 3 951 en 1937 à 32 369 en 1939), et aux dires de tout le monde, la capacité de soutenir les populations de rats musqués de cette région marécageuse s'était accrue. Les responsables estimaient que la régulation des eaux était l'élément essentiel à l'augmentation des populations de rats musqués, et qu'elle rendait les zones humides productives et en faisait une source de revenus. Cependant, les plans de réhabilitation se sont étendus bien au-delà du domaine de la préservation par des moyens scientifiques; ils incluaient une politique sur le revenu. Le sous-ministre Stephens a fourni l'explication suivante : « Les fourrures devraient être manipulées et vendues de manière à assurer le plus haut rendement financier possible aux trappeurs, et les sommes qu'ils pourront ainsi accumuler devraient être réparties de manière à apporter le maximum de sécurité économique pendant toute l'année »[15] [traduction].

Une fois les niveaux d'eau stabilisés et lorsque les rats musqués eurent réintégré la zone, un système de capture ordonnée de cet animal à fourrure a été instauré. Les autorités ont commencé par compter les huttes pour surveiller les changements dans les populations, puis elles ont restreint l'accès au bloc, fixé des quotas pour chaque trappeur et employé des trappeurs supérieurs et des gardes-chasse qui devaient surveiller les trappeurs. Les objectifs du projet en matière de revenus demandaient une réorganisation majeure des méthodes traditionnelles de capture favorisant le libre-accès. Il a donc été décidé de contrôler et de diriger le piégeage. On effectuait un comptage minutieux des huttes de rats musqués selon les endroits, pour déterminer les niveaux annuels de capture. Le bloc avait été divisé en « sections » composées de « zones ». La zone, qui mesurait environ huit milles carrés, était la plus petite unité; elle servait à la compilation des données et à la répartition du travail. Les lignes de démarcation étaient fixées d'après les caractéristiques topographiques, et les responsables pouvaient tenir compte des particularités des zones (possibilités de rendement), comme les niveaux d'eau et les sources d'alimentation, lorsqu'ils dirigeaient le piégeage.

UNE CAPTURE ORGANISÉE ET EFFICACE

L'effort total de capture variait d'une année à l'autre, d'après le nombre de trappeurs autorisés à participer au travail et les quotas individuels préétablis. Le recensement des rats était effectué à la mi-octobre, et en février, dès qu'il était possible d'évaluer les effets du climat hivernal, les planificateurs tenaient une réunion pour fixer les quotas individuels et le nombre de trappeurs autorisés à pénétrer dans le bloc[16]. Les responsables provinciaux préféraient l'augmentation du nombre d'emplois (de trappeurs) à celle des revenus (valeur des quotas). Comme le comptage des huttes apportait des données spatiales précises sur l'éventuel rendement, le travail de capture pouvait être restreint à certaines zones. La gestion par l'État assurait le contrôle du choix des dates pour la saison de piégeage, donc les bêtes étaient capturées quand les peaux étaient à leur meilleur et pouvaient apporter le meilleur prix.

Le recours à un grand nombre de trappeurs et la nécessité de produire des peaux de la meilleure qualité demandaient la mise en place d'un système de capture organisé et efficace. Avec les employés permanents de la Direction de la chasse et de la pêche, les gardes-chasse temporaires et les trappeurs supérieurs aidaient à organiser la production. Les gardes-chasse temporaires étaient envoyés dans le delta deux semaines avant le début de la récolte pour décourager le braconnage, et ils étaient rémunérés par des quotas qui s'ajoutaient à la limite habituelle. Un trappeur supérieur était chargé de cinq à dix trappeurs ordinaires. D'après Stephens, les fonctions du trappeur supérieur étaient les suivantes : « surveiller le piégeage ainsi

11 AM, FA17, B1, boîte 96, fichier 32.1.23 (14 décembre 1937).

12 AM, FA17, B1, boîte 96, fichier 32.1.23 (5 janvier 1938).

13 AM, FA17, B1, boîte 96, fichier 32.1.23, Annexe A de l'entente (15 novembre 1939).

14 La province a obtenu des crédits en vertu de la *Loi sur le soulagement du chômage et l'assistance à l'agriculture*. En fin de compte, ce projet de réhabilitation couvrait une superficie 565 000 acres, Errington, p. 670.

15 Stephens, p. 14.

16 AM, FA17, B1, boîte 6, fichier 32.3.3, lettre du ministère (octobre 1945).

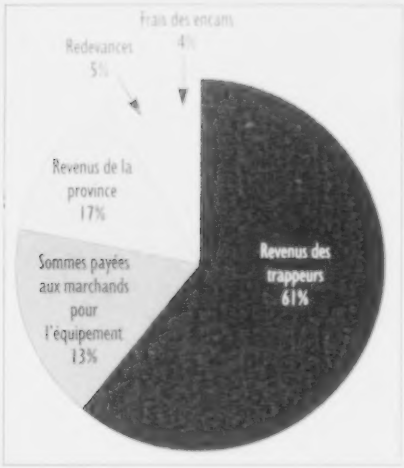


Figure 1
Répartition de la valeur des rendements – projet des rats musqués de Summerberry, 1940–1963. Source : Manitoba, rapports annuels pour les mines et les ressources naturelles (1940–1964).

que l'étirage et le séchage des peaux, aider à faire appliquer les règlements et agir comme contremaître général pour les trappeurs affectés à cette zone en particulier [8] [traduction]. Ces contremaîtres tenaient des dossiers sur la production quotidienne et ils étaient eux aussi récompensés par des quotas supplémentaires. Sous la direction du personnel de la Direction de la chasse et de la pêche, la capture et la gestion des rats musqués dans le delta inférieur de la rivière Saskatchewan étaient donc surveillées de près et bien structurées.

Lorsque le piégeage a été de nouveau autorisé dans les marécages, la chasse printanière est devenue une activité primordiale. Stephens l'a décrite ainsi : « Quelques jours avant le début de la saison, c'est l'exode général et Le Pas bourdonne d'activité; les trappeurs achètent des provisions, chargent leur matériel et d'habitude embarquent aussi toute la famille dans leur camion, leur tracteur ou leur traîneau tiré par des chevaux prêt pour le voyage [9] [traduction] ». Après s'être équipés, les trappeurs entraient dans le bloc de réhabilitation par cinq points de contrôle. Puis les groupes de trappeurs ordinaires se rendaient à l'endroit qui leur avait été attribué avec leur trappeur supérieur et quand ils avaient leur quota, ils en sortaient par un point de contrôle où ils déposaient leurs peaux qui étaient comptées, approximativement classées, mises en sacs et étiquetées avec le nom du trappeur. Des péniches amenaient les sacs de peaux à Le Pas.

L'intervention directe du personnel de la Direction de la chasse et de la pêche ainsi que le système de production très organisé et contrôlé ont grandement fait évoluer le travail traditionnel du piégeage des rats musqués, mais des aspects importants des méthodes traditionnelles de récolte à l'échelle familiale s'appliquaient encore. À cet égard, M. Stephens a fait la remarque suivante :

> *Le trappeur qui travaille seul peut mettre entre une semaine et un mois pour atteindre son quota, mais dans bien des cas des équipes entières travaillent ensemble jusqu'à ce que chaque membre ait le nombre de peaux exigé. Pour bon nombre de trappeurs supérieurs, c'est une question de fierté. Quand les hommes sont partis pour aller piéger les animaux, les femmes dépouillent les bêtes capturées, étirent les peaux et les préparent pour la vente* [10] [traduction].

En fait, l'organisation du travail et la mobilisation selon un système d'équipes dirigées par des trappeurs supérieurs ont peut-être permis d'accroître la coopération. Apparemment, cette nouvelle organisation ne favorisait pas le piégeage individuel sur une base concurrentielle. Par ailleurs, les gardes-chasse temporaires et les trappeurs supérieurs avaient des responsabilités en ce qui a trait à la récolte (surveiller la production) et à la gestion (application des règlements). L'État avait fait participer les Autochtones à la gestion de ce système planifié d'exploitation des ressources.

La planification économique visait non seulement à maintenir les populations de rats musqués, mais aussi à offrir le plus grand nombre possible d'emplois et à garantir un revenu aux trappeurs. La Direction de la chasse et de la pêche finançait l'achat de l'équipement de chasse du trappeur au printemps et grâce à la mise en commun des peaux, elle obtenait des prix élevés aux encans de Winnipeg. Les acheteurs de fourrures locaux, comme la mise, ne pouvaient pas acheter les rats musqués. La figure 1 donne la répartition des sommes obtenues pour les rats musqués de Summerberry. Entre 1940 et 1963, 61 % de la valeur marchande allait directement aux trappeurs sous forme de paiements mensuels. Comme les représentants du gouvernement s'occupaient des fourrures, le trappeur touchait une bien plus grande part de la valeur marchande de la peau du rat musqué.

> LE REVENU MENSUEL À LE PAS « A FAIT UNE DIFFÉRENCE REMARQUABLE, SURTOUT CHEZ LES ENFANTS. »

Compte tenu des réalités économiques de la Grande dépression, le projet de Summerberry a donné des résultats favorables sur le plan du revenu et de l'emploi. La figure 2 présente des données sur la participation des trappeurs. En 1941, M. Lovell, un agent indien de Le Pas, a déclaré que presque tous les Indiens avaient piégé des rats musqués [11]. Dans les années 1940, le revenu de 20–25 $ par mois tiré des rats musqués, au printemps, avait un effet remarquable sur le niveau de vie. L'inspecteur des agences indiennes, A.G. Hamilton, a noté que Moose Lake, le revenu régulier de 20 000 $ par mois avait beaucoup amélioré la situation des gens et qu'à Le Pas le revenu mensuel avait fait une différence remarquable, surtout chez les enfants [12]. Durant la phase de construction, les Métis représentaient 10 % de la main-d'œuvre

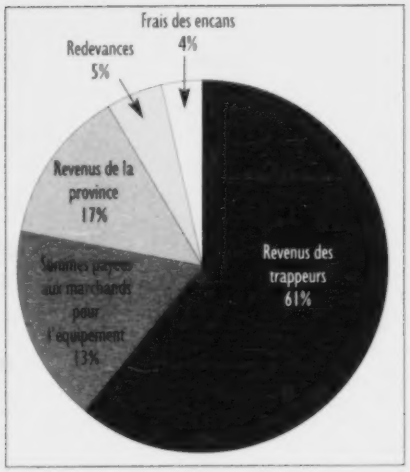


Figure 1
Répartition de la valeur des rendements — projet des rats musqués de Summerberry, 1940–1963. Source : Manitoba, rapports annuels pour les mines et les ressources naturelles (1940–1964).

que l'étirage et le séchage des peaux, aider à faire appliquer les règlements et agir comme contremaître général pour les trappeurs affectés à cette zone en particulier »[17] [traduction]. Ces contremaîtres tenaient des dossiers sur la production quotidienne, et ils étaient eux aussi récompensés par des quotas supplémentaires. Sous la direction du personnel de la Direction de la chasse et de la pêche, la capture et la gestion des rats musqués dans le delta inférieur de la rivière Saskatchewan étaient donc surveillées de près et bien structurées.

Lorsque le piégeage a été de nouveau autorisé dans les marécages, la chasse printanière est devenue une activité primordiale. Stephens l'a décrite ainsi : « Quelques jours avant le début de la saison, c'est l'exode général, et Le Pas bourdonne d'activité; les trappeurs achètent des provisions, chargent leur matériel et d'habitude embarquent aussi toute la famille dans leur camion, leur tracteur ou leur traîneau tiré par des chevaux prêt pour le voyage »[18] [traduction]. Après s'être équipés, les trappeurs entraient dans le bloc de réhabilitation par cinq points de contrôle. Puis les groupes de trappeurs ordinaires se rendaient à l'endroit qui leur avait été attribué avec leur trappeur supérieur et quand ils avaient leur quota, ils en sortaient par un point de contrôle où ils déposaient leurs peaux qui étaient comptées, approximativement classées, mises en sacs et étiquetées avec le nom du trappeur. Des péniches amenaient les sacs de peaux à Le Pas.

L'intervention directe du personnel de la Direction de la chasse et de la pêche ainsi que le système de production très organisé et contrôlé ont grandement fait évoluer le travail traditionnel du piégeage des rats musqués, mais des aspects importants des méthodes traditionnelles de récolte à l'échelle familiale s'appliquaient encore. À cet égard, M. Stephens a fait la remarque suivante :

> *Le trappeur qui travaille seul peut mettre entre une semaine et un mois pour atteindre son quota, mais dans bien des cas des équipes entières travaillent ensemble jusqu'à ce que chaque membre ait le nombre de peaux visé. Pour bon nombre de trappeurs supérieurs, c'est une question de fierté. Quand les hommes sont partis pour aller piéger les animaux, les femmes dépouillent les bêtes capturées, étirent les peaux et les préparent pour la vente*[19]. [traduction]

En fait, l'organisation du travail et la mobilisation selon un système d'équipes dirigées par des trappeurs supérieurs ont peut-être permis d'accroître la coopération. Apparemment, cette nouvelle organisation ne favorisait pas le piégeage individuel sur une base concurrentielle. Par ailleurs, les gardes-chasse temporaires et les trappeurs supérieurs avaient des responsabilités en ce qui a trait à la récolte (surveiller la production) et à la gestion (application des règlements). L'État avait fait participer les Autochtones à la gestion de ce système planifié d'exploitation des ressources.

La planification économique visait non seulement à maintenir les populations de rats musqués, mais aussi à offrir le plus grand nombre possible d'emplois et à garantir un revenu aux trappeurs. La Direction de la chasse et de la pêche finançait l'achat de l'équipement de chasse du trappeur au printemps et grâce à la mise en commun des peaux, elle obtenait des prix élevés aux encans de Winnipeg. Les acheteurs de fourrures locaux, comme la HBC, ne pouvaient pas acheter les rats musqués. La figure 1 donne la répartition des sommes obtenues pour les rats musqués de Summerberry. Entre 1940 et 1963, 61 % de la valeur marchande allait directement aux trappeurs sous forme de paiements mensuels. Comme les représentants du gouvernement s'occupaient des fourrures, le trappeur touchait une bien plus grande part de la valeur marchande de la peau du rat musqué.

LE REVENU MENSUEL À LE PAS « A FAIT UNE DIFFÉRENCE REMARQUABLE, SURTOUT CHEZ LES ENFANTS »

Compte tenu des réalités économiques de la Grande dépression, le projet de Summerberry a donné des résultats favorables sur le plan du revenu et de l'emploi. La figure 2 présente des données sur la participation des trappeurs. En 1941, M. Lovell, un agent indien de Le Pas, a déclaré que presque tous les Indiens avaient piégé des rats musqués[20]. Dans les années 1940, le revenu de 20–25 $ par mois tiré des rats musqués, au printemps, avait un effet remarquable sur le niveau de vie. L'inspecteur des agences indiennes, A.G. Hamilton, a noté qu'à Moose Lake le revenu régulier de 20,00 $ par mois avait beaucoup amélioré la situation des gens et qu'à Le Pas le revenu mensuel avait fait une différence remarquable, surtout chez les enfants[21]. Durant la phase de construction, les Métis représentaient 90 % de la main-d'œuvre[22].

17 Stephens, p. 14.

18 AM, FA17, B1, boîte 6, fichier 32.3.1, lettre du ministère (octobre 1945).

19 AM, FA17, B1, boîte 6, fichier 32.3.1, lettre du ministère (octobre 1945).

20 Bibliothèque et Archives Canada, Ministère des Affaires indiennes, Fonds d'archives 10, vol. 6738, fichier 420-4, pt. 4 (4 juin 1941), (ci-après BAC, FA10).

21 BAC, FA10, vol. 6738, fichier 420-4, pt. 4 (16 avril 1941).

22 AM, FA17, B1, boîte 96, fichier 32.1.23 (15 juillet 1937).

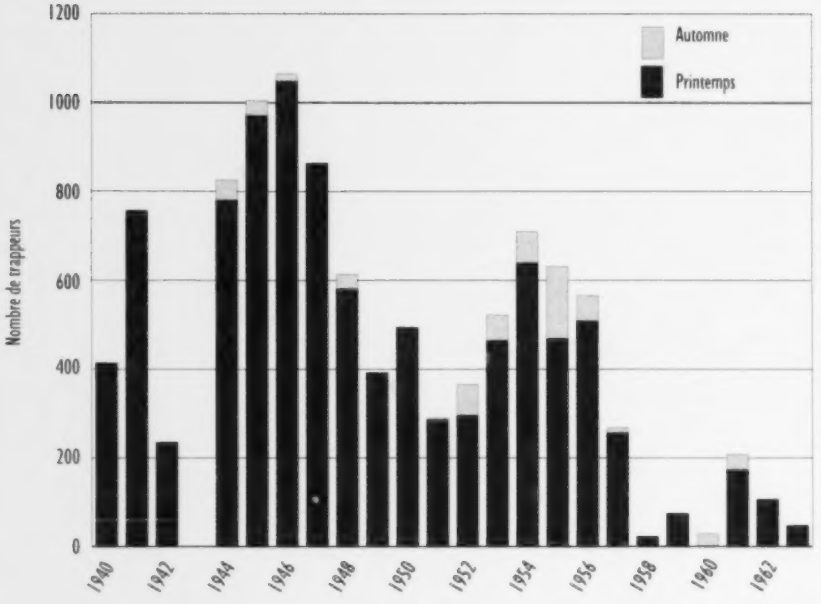


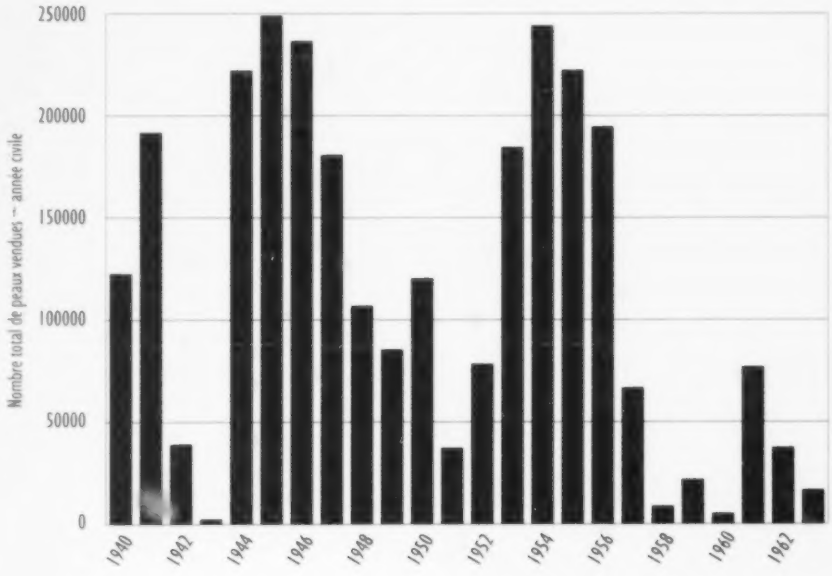
Figure 2
Nombre total de trappeurs à Summerberry, 1940–1963.
Source : Manitoba, rapports annuels pour les mines et les ressources naturelles (1940–1964).

Avec seulement un mois de travail, le revenu annuel des familles métisses s'était élevé au-dessus du niveau de 1938. Le système de récolte ordonnée et de mise en commun des produits a amélioré les revenus.

En termes de revenus, le projet de Summerberry a été avantageux pour le gouvernement provincial. Entre 1935 et 1940, les coûts d'aménagement du bloc initial de Summerberry (construction, arpentage, hébergement, bâtiments, protection et entretien) ont totalisé 157 268,84 $[23]. Une bonne part de ces dépenses a créé des emplois dans la région et amené un afflux de liquidités dont la région avait grandement besoin. Il est devenu évident que le projet de réhabilitation des rats musqués était rentable quand, après la première récolte, la Direction de la chasse et de la pêche a enregistré des recettes et des redevances sur les fourrures de 35 986 $[24]. Au cours des cinq premières années de production (1940–1944), la part du gouvernement provincial a atteint 193 757,67 $, et les redevances se sont chiffrées à 27 998,40 $[25]. Stephens a signalé que les revenus étaient beaucoup plus élevés que le total des dépenses attribuées au projet[26]. Donc, après quelques années les revenus du gouvernement étaient supérieurs aux immobilisations initiales du projet, et l'intervention de l'État a été sans l'ombre d'un doute une réussite financière.

En plus d'avoir favorisé l'expansion des zones humides, la réhabilitation pour le commerce des fourrures a permis d'adopter des nouvelles techniques de gestion (piégeage excessif des prédateurs, piégeage sélectif des rats musqués qui n'auraient probablement pas survécu à l'hiver, et même le piégeage de rats malades découverts dans certaines zones) pour améliorer la production. Malheureusement, après quelques années le succès du bloc de Summerberry a été tempéré par l'effondrement des populations de rats musqués. La figure 3 indique le total des rendements pour la durée du projet. Les rendements de 1942 et 1943 ont été minimes. Stephens a mentionné la baisse du taux d'augmentation et de la qualité des peaux dans sa correspondance avec le zoologiste de l'Université de l'Alberta, William Rowan[27]. Les premières enquêtes ont révélé que les niveaux d'eau constants avaient interrompu le cycle des éléments nutritifs des marais. Les végétaux avaient été privés de certains nutriants dont se

Figure 3
Total des rendements annuels – projet des rats musqués de Summerberry, 1940–1963.



23 PAM, FA17, B1, boîte 33, fichier 32.1.1.D (10 février 1941).
24 Manitoba, rapport annuel pour le ministère des Mines et des Ressources naturelles (1944), p. 69 (ci-après RAMMRN).
25 RAMMRN (1944), p. 69.
26 Stephens, p. 18.
27 AM, FA17, B1, boîte 24, fichier 14.5.6.C (28 février 1947); voir aussi RAMMRN (1946), p. 75.

Figure 4
Trappeurs avec leurs provisions à bord d'un tracteur-train du Department des Mines et Ressources qui les transportait de Le Pas aux aires de piégeage. Photo: Jack Long/National Film Board of Canada. Photothèque/Library and Archives Canada/PA-114382.

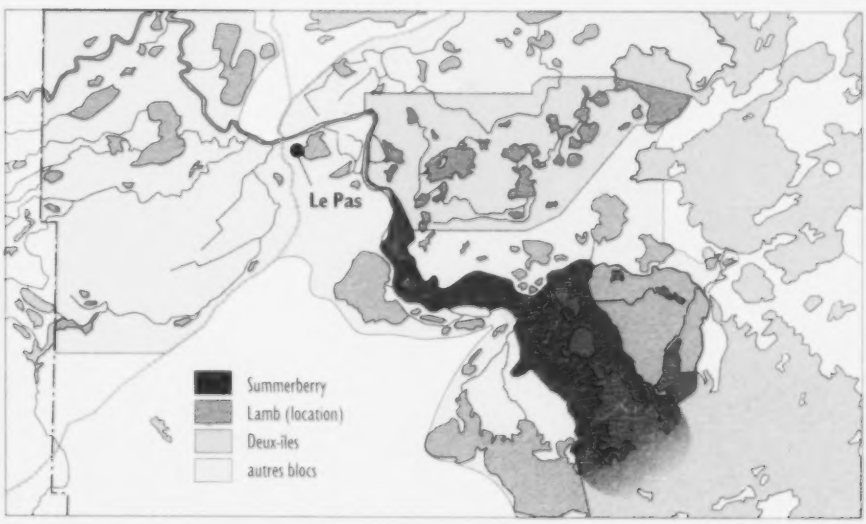
nourrissaient les rats[28]. Stephens a donné l'explication suivante :

> *Notre programme de développement des marais a été fondé sur l'hypothèse que les niveaux d'eau constants créaient les meilleures conditions environnementales susceptibles de favoriser la production de rats musqués. D'habitude, dans un marais naturel, les niveaux d'eau fluctuent énormément au cours d'une période relativement courte. Nous pourrions constater que nous devons simuler les fluctuations dans les zones que nous avons développées*[29]. [Traduction]

Les rendements avaient été maintenus grâce à l'extension spatiale de l'habitat géré des rats musqués, mais une dynamique des populations semblable a été constatée dans les nouveaux blocs. La population de rats a augmenté rapidement, mais après moins de deux ans de récolte les rendements ont baissé (voir figure 5)[30].

Il fallait faire quelque chose pour remédier à ces problèmes, et durant l'été 1947 on a commencé à faire des études scientifiques sur les changements dans l'écologie des milieux humides dus à la stabilisation des niveaux d'eau. En 1949, il était devenu évident que les inondations prolongées avaient entraîné une diminution des niveaux d'azote dans le sol, qui après quatre ou cinq ans avait nui à la croissance des plantes. Qui plus est, les plantes pouvaient se réensemencer seulement si les rives boueuses étaient exposées[31]. Le rapport annuel pour les Mines et Ressources naturelles donne la conclusion suivante : « Les études sur le terrain, notamment dans les marais de Summerberry et Netley, ont

Les blocs de réhabilitation des rats musqués dans la région de Le Pas (la carte montre le littoral actuel du lac Cedar)



28 AM, FA17, B1, boîte 24, fichier 14.5.6.C (28 février 1947).
29 AM, FA17, B1, boîte 24, fichier 14.5.6.C (28 février 1947).
30 AM, FA17, B1, boîte 24, fichier 14.5.6.C (28 février 1947).
31 RAMMRN (1949), p. 69.

corrobore l'opinion fournie dans des rapports antérieurs, selon laquelle une saison à faible niveau d'eau est parfois nécessaire si l'on souhaite une régénération vigoureuse des végétaux des marais »[32] [traduction]. Depuis lors, les spécialistes en sont venus à mieux connaître les effets de la retenue des eaux des rivières sur les collectivités riveraines. La stabilisation des niveaux d'eau affecte le cycle des nutriants des marais et l'habitat qui assure la succession régulière des végétaux des marais. Les aménagements avaient nui à l'alimentation des rats musqués pour deux raisons : la valeur nutritive des végétaux était insuffisante et le volume de la biomasse avait été réduit.

Les observations des années 1940 cadrent avec la connaissance contemporaine à propos de la retenue des eaux des ruisseaux. Dans les années 1970, Kellerhals et Gill ont indiqué ce qui suit : « L'effet perturbateur des inondations printanières est réduit, ou en peu de temps la suppression de la succession des plantes commence à réduire la productivité de l'habitat alluvial. Si la succession primaire n'est pas maintenue, la productivité biologique diminue rapidement dans les plaines inondables et les deltas du Nord »[33] [traduction]. La stabilisation des niveaux d'eau avait pour but d'améliorer la capacité à soutenir les populations, et le système de capture géré visait à prévenir l'exploitation excessive ou insuffisante. Cependant, les hauts niveaux d'eau ainsi maintenus ne semblaient pas avoir assuré la capacité à soutenir les populations à un haut niveau. Malheureusement, le modèle environnemental du projet (eaux stables = populations de rats musqués stables) s'est avéré trop simple. Le but, c'est-à-dire l'élimination du cycle des fourrures par les manipulations environnementales, était inatteignable.

À mesure que les prix des fourrures ont baissé, dans les années 1950, et que le ratio du coût du piégeage par rapport aux revenus a augmenté, l'intérêt pour les rats musqués a diminué. Mais le projet a connu une fin abrupte lorsqu'on a construit un barrage sur la rivière Saskatchewan pour l'aménagement de la centrale hydroélectrique de Grand Rapids. Les effets de la retenue des eaux avaient été prévus. En 1958, H.E. Wells et E. Daggitt avaient déclaré :

> *Les responsables de l'enquête ont appris par des sources fiables* [que] *le projet de centrale de Big Grand Rapids sera mis en chantier d'ici quelques années. Nous avons examiné les cartes et les graphiques qui montrent les futurs niveaux d'eau dans le réservoir du lac Cedar. L'aménagement détruira la plupart des bons habitats des rats musqués dans la région de Summerberry. Dans l'optique du projet de centrale, il faudra réviser de fond en comble le programme de Summerberry; et il semble qu'il sera impossible d'imaginer ce qui adviendrait du programme pour les marais restants*[34]. [traduction]

La dernière référence officielle au projet de Summerberry est celle du rapport annuel, qui indique qu'en 1964 seulement 28 160 peaux avaient été récoltées[35]. L'inondation causée par ce mégaprojet a beaucoup perturbé l'habitat des rats musqués, et elle a eu d'autres répercussions sur les moyens de subsistance des collectivités autochtones des environs[36].

PROMOTION FRUCTUEUSE D'UNE ÉCONOMIE AUTOCHTONE DURABLE DANS LE NORD GRÂCE À LA PLANIFICATION DE LA PRÉSERVATION

Si le projet d'élevage des rats musqués a été confronté à une écologie des milieux humides plus complexe que prévu, la planification économique basée sur un système de capture ordonné et structuré avait réparti la main-d'œuvre d'une

Figure 5
Trappeur de rats musqués et sa fille voyageant en aval vers Le Pas, mai 1945. Photo: Jack Long/National Film Board of Canada. Photothèque/ Library and Archives Canada/PA-144823.

32. RAMMRN (1951), p. 75.
33. Rolf Kellerhals et Don Gill, « Observed and Potential Downstream Effects of Large Storage Projects in Northern Canada », *Transactions of the Eleventh International Congress on Large Dams*, vol. 1 (Paris : Commission internationale des grands barrages, 1973), p. 745; et voir Geoffrey E. Petts, *Impounded Rivers: Perspectives For Ecological Management* (Chichester : John Wiley and Sons, 1984).
34. AM, FA17, B1, boîte 42, Interim Report Registered Trapline Survey (4 février 1958), p. 14; voir aussi RAMMRN (1960), p. 108-110.
35. RAMMRN (1964).
36. James B. Waldram, *As Long as the Rivers Run: Hydroelectric Development and Native Communities in Western Canada* (Winnipeg : Presses de l'Université du Manitoba, 1988), p. 81–114.

manière rationnelle, et elle a apporté aux trappeurs une part plus juste de la valeur marchande des produits. Contrairement à certains projets de l'époque de la dépression, cette initiative a engendré des revenus supérieurs aux coûts d'aménagement, et les sommes investies dans la régularisation des eaux ont été récupérées. On peut donc dire que le projet de Summerberry a été une initiative très fructueuse grâce à l'intervention du secteur public. En outre, ce projet du Manitoba a été instructif pour les responsables d'autres tentatives fédérales-provinciales menées dans le but de promouvoir la viabilité de l'économie autochtone dans le Nord par la planification de la préservation. À l'instar des solutions apportées par le président des É.-U., Roosevelt, dans le New Deal, durant la crise économique des années 1930, le projet de réhabilitation des rats musqués de Summerberry visait à encourager la préservation des ressources, la planification économique et la redistribution des revenus. Il convient de mentionner en particulier que ce projet s'intéressait aux collectivités autochtones qui sont souvent considérées comme marginales et vivant en dehors du contexte des tendances mondiales. Pourtant, cette population n'avait pas été épargnée par la crise mondiale des années 1930.

Le but de l'élimination du cycle des fourrures par la stabilisation des niveaux d'eau n'a pas été atteint. Mais il est à signaler que l'intervention de l'État dans cette industrie est allée au-delà des politiques de réglementation habituelles qui limitaient l'effort de récolte (permis et interdictions saisonnières). En outre, le désir de préservation n'était pas un motif déguisé qui permettait d'attribuer les ressources des Autochtones aux sportifs, comme cela s'est déjà fait. Grâce au projet, à une époque qui remonte à bien des décennies, les Autochtones et les responsables des gouvernements fédéral et provinciaux ont prouvé les avantages de la planification économique et de la redistribution des revenus.

Frank J. Tough est professeur à la faculté des études autochtones de l'Université de l'Alberta.

CRITIQUE DE LIVRE

Peter Suedfeld

Arctic Hell-Ship: The Voyage of HMS Enterprise 1850–1855, par William Barr. Edmonton, Presses de l'Université de l'Alberta, 2007. ISBN : 0-88864-472-8. Couverture souple, 318 p., 34,95 $ CAN.

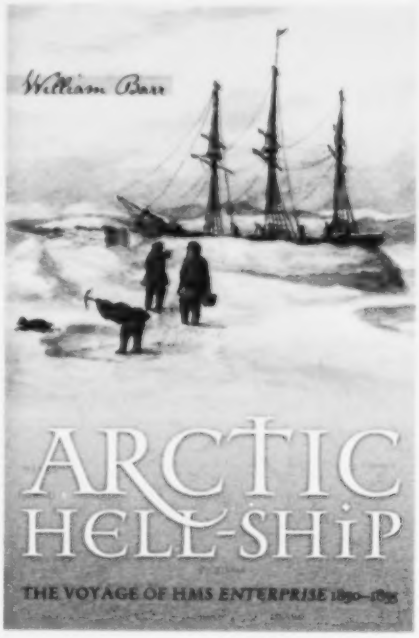
L'exploration des régions polaires, notamment la recherche du passage du Nord-Ouest et l'expédition perdue de Sir John Franklin, a donné lieu à des épisodes qui figurent parmi les plus dramatiques, les plus pénibles et les plus tragiques de l'histoire des entreprises humaines. Ce n'est pas l'un de ces épisodes qui est raconté dans le récit sur le capitaine Richard Collinson et le voyage du *HMS Enterprise*.

En 1850, Collinson, un navigateur et arpenteur d'expérience fort respecté, a levé l'ancre et s'est dirigé vers l'Arctique, à la recherche du passage du Nord-Ouest et de traces de l'expédition perdue. Son navire et l'équipage ont passé trois hivers coincés dans les glaces, un fait ni unique, ni particulièrement inhabituel à cette époque. Ils n'ont fait face à aucune catastrophe et à aucun danger inhabituel : pas de famine, pas d'épidémies, pas de naufrage, pas de vague d'accidents fatals, pas de mutinerie… seulement l'inconfort et les privations normaux pour l'époque, l'endroit et l'activité.

On peut donc se demander pourquoi le livre porte ce titre, qui laisse présager un certain nombre de tragédies, voire tous les événements sinistres vécus par d'autres explorateurs des milieux polaires? L'explication vient de la friction presque constante entre Collinson et ses officiers que l'auteur, William Barr, attribue presque exclusivement aux défauts du capitaine. Pour résumer, il semble que Collinson ait été un homme quelque peu irascible, indécis (et dont les décisions n'ont pas été uniformément fructueuses), soucieux de son équipage, mais autoritaire, qui se conduisait en dictateur envers ses officiers. Pour leur part, ceux-ci étaient irrespectueux, critiquaient et se disputaient continuellement.

Celui qui s'est le plus distingué par son jugement sévère est son deuxième lieutenant, Francis Skead, le navigateur, qui au début s'est brouillé avec Collinson. Après, il n'a jamais rien dit de bon sur Collinson. Barr s'inspire beaucoup du journal de Skead et de ses annotations ajoutées au récit de Collinson sur l'expédition. Son interprétation des faits correspond en grande partie à celle de Stead. Dans l'ensemble, celui-ci blâmait Collinson pour ses jugements erronés, sa prudence excessive, son esprit tâtillon et sa tyrannie. Mais Skead est un témoin très partial dont les accusations doivent être considérées avec plus de scepticisme que ce qui est reflété dans ce livre.

Il ne fait aucun doute que Collinson se comportait comme un petit tyran envers ses officiers. La plupart d'entre eux (y compris tous les cadres) étaient en état d'arrestation à la fin de l'expédition de trois ans. Leurs infractions étaient mineures d'après les normes du droit civil, mais on sait que le fait de critiquer et de contredire le capitaine ne passe pas inaperçu à bord d'un navire militaire.



En fait, le frère de Collinson, le major-général Thomas Collinson, a vu juste quand il a déclaré : « Il semble que quelque chose dans ce service en particulier [c.-à-d. l'Arctique] – le froid intense, la mauvaise alimentation ou l'espace restreint dans lequel les hommes ont vécu pendant plusieurs mois sans exercer une activité normale, ou l'ensemble de ces conditions – qui échauffe la bile et engendre des ressentiments ... » (citation p. 237–238) [Traduction]. Les études de notre époque ont amplement prouvé que les longues périodes d'isolement et les contraintes d'un espace restreint font augmenter la friction entre les gens, l'irritabilité et le stress en général. Donc, la lecture de ce récit nous porte à sympathiser avec le capitaine et les officiers qui en ont subi les conséquences.

Un point révélateur : Collinson avait des problèmes seulement avec les hommes avec lesquels il était directement en contact; il était attentionné et prévoyant envers les membres de l'équipage (trop indulgent, d'après Skead). Il veillait à ce que les hommes aient des loisirs, ayant fait construire une allée de quilles et une salle de billard sur la glace; et il encourageait les représentations théâtrales. Il envoyait les hommes chasser et pêcher pour essayer d'atténuer l'ennui du groupe qui était coincé dans les glaces. Il a même réprimandé et puni l'assistant-chirurgien qui avait traité l'un des hommes d'imbécile.

Mis à part le conflit qui est continuellement mentionné, le récit de l'expédition dépeint des scènes courantes. Ceux qui étaient à bord de l'Enterprise n'ont pas découvert le passage du Nord-Ouest, et n'ont trouvé aucun indice qui aurait pu révéler le sort de Franklin (Collinson n'a pas tenu compte d'une chose qui aurait pu en être un) et n'ont exploré qu'une partie minime de territoire inconnu. Barr donne des descriptions détaillées de certains faits, comme les expéditions secondaires en traîneau et à bord d'embarcations qui avaient quitté le navire, l'approvisionnement au port et dans l'Arctique (précisions allant jusqu'au nombre de lagopèdes, de canards et d'autres animaux tués par les groupes de chasseurs). Les nombreuses rencontres avec des Inuits rendent le livre intéressant. En général, les relations étaient amicales, mais les membres de l'équipage n'ont jamais fait confiance aux Inuits, croyant qu'ils auraient pu voler certains articles, et souvent le comportement des Inuits avait justifié cette méfiance.

Il aurait été plus facile de suivre le récit du voyage si Barr avait fourni une carte à grande échelle qui aurait tout montré, et si toutes les cartes avaient inclus un graphique du parcours. En outre, comme l'expédition a duré trois ans, il aurait été utile d'indiquer parfois l'année (et pas seulement le mois et le jour) où divers événements se sont produits.

Quoi qu'il en soit, le voyage était plutôt banal d'après les normes sur les récits d'exploration. La dramatisation des conflits entre Collinson et ses officiers, qui ont entraîné de l'amertume mais pas de jugements devant une cour martiale ou de sanctions après le retour, ne montre rien de très spécial. Par contre, le livre rappelle l'importance d'un bon leadership dans des conditions extrêmes, et – parce que les sources de Barr incluent des textes non publiés et d'autres documents éparpillés dans des bibliothèques et des collections privées – il comble une lacune dans l'histoire de l'exploration polaire et la recherche de Franklin.

Peter Suedfeld est professeur émérite au département de psychologie de l'Université de la Colombie-Britannique. Ses travaux traitent entre autres des effets des environnements problématiques et stressants (engins spatiaux, stations polaires, etc.) sur les processus psychologiques et le comportement. Il a déjà été président du Comité canadien de la recherche antarctique.

NOUVEAUX LIVRES

The Arctic Promise: Legal and Political Autonomy of Greenland and Nunavut, par Natalia Loukacheva. Toronto, Presses de l'Université de Toronto, 2007. ISBN : 0802092950.

Dans l'Arctique de l'Est, au Canada, et au Groenland, les Inuits constituent la partie majoritaire de la population depuis des siècles. Ces dernières années, ils ont obtenu des gouvernements du Canada et du Danemark une promesse qui leur confère plus de responsabilités à l'égard de leurs terres. Ainsi, ils pourront se prendre en main sans craindre que les intérêts des gens de l'extérieur priment. *The Arctic Promise* tente de déterminer l'éventuel rapport entre la vision inuite de l'autonomie gouvernementale et les actuels systèmes de gouvernance publics du Groenland et du Nunavut, et dans quelle mesure les territoires qui demeurent subordonnés à des États plus grands peuvent être autonomes.

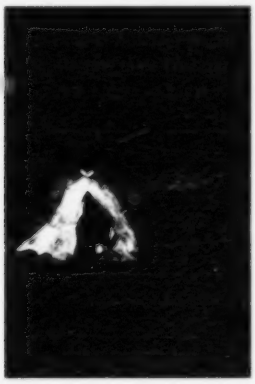
The Return of Caribou to Ungava, par A.T. Bergerud, Stuart N. Luttich et Lodewijk Camps. Montréal, Presses de l'Université McGill-Queens, 2007. ISBN : 9780773532335.

Dans un milieu qui est l'une des plus grandes merveilles naturelles pour la démographie des mammifères ongulés, la harde de caribous de la rivière George a connu une expansion notable, le nombre d'animaux étant passé de 15 000 en 1958 à 700 000 en 1988 – la plus grande harde au monde à cette date. Les auteurs suivent les fluctuations de cette population

de caribous en remontant jusqu'aux années 1700, expliquent comment la harde a échappé à l'extinction dans les années 1950 et examinent les actuelles menaces environnementales pour la survie de cette espèce.

Surviving in Different Worlds: Transferring Inuit Traditions from Elders to Youth, J. Oosten et F. Laugrand (éd.). Iqaluit, Collège de l'Arctique du Nunavut, 2007. ISBN : 1896204708.

Cet ouvrage présente de l'information provenant de deux ateliers qui ont réuni des aînés et des jeunes du Nunavut pour débattre la question du savoir inuit traditionnel. Les aînés inuits s'expriment sur une variété de thèmes, dont la survie, le mariage, le chamanisme et les légendes.



Après la fonte (API)
Une conférence internationale sur les réponses écologiques au changement climatique dans l'Arctique
5–7 mai 2008
Université de Aarhus, Danemark
http://ipy.dmu.dk

3e conférence internationale annuelle de la microbiologie polaire et alpine
11–15 mai 2008
Banff (Alberta)
www.polaralpinemicrobiology.com

Conférence sur la recherche autochtone et nordique
12–14 mai 2008
University College of the North, Thompson (Manitoba)
sbarber@ucn.ca

Tourisme polaire : outil pour le développement régional
21–25 août 2008
Kangiqsujuaq, Nunavik (Québec)
www.polartourismnetwork.uqam.ca

La Communauté nordique au 21e siècle : à la recherche de l'équilibre dans un Nord en mutation – 5e réunion ouverte du Forum sur la recherche nordique
24–27 septembre 2008
Anchorage, Alaska, É.-U.
www.nrf.is

16e Conférence sur les études inuites
23–25 octobre 2008
Winnipeg (Manitoba)
Chris Trott (trottcg@cc.umanitoba.ca)
Peter Kulchyski (kulchysk@cc.umanitoba.ca)

MÉRIDIEN

est publié par la Commission canadienne des affaires polaires.

ISSN 1492-6245
© 2008 Commission canadienne des affaires polaires

Rédacteur : John Bennett
Traduction : Suzanne Rebetez, John Bennett
Conception graphique : Eiko Emori Inc.

Commission canadienne des affaires polaires
Bureau 1710, Constitution Square
360 rue Albert
Ottawa, Ontario K1R 7X7

Tél. : (613) 943-8605
Sans frais : 1-888-765-2701
Téléc. : (613) 943-8607
Courriel : mail@polarcom.gc.ca
www.polarcom.gc.ca

Les opinions exprimées dans ce bulletin ne reflètent pas nécessairement celles tenues par la Commission canadienne des affaires polaires.

CANADIAN POLAR COMMISSION

MERIDIAN

Are Contaminants in the Arctic Ocean Yesterday's Problem? 1

Near-record Precipitation Causes Rapid Drainage of Zelma Lake, Old Crow Flats, Northern Yukon Territory 7

Evaluating Canada's Northern Research Infrastructure and Logistics 12

Science Communication 101 14

New Canadian Council Member for the International Arctic Science Committee 16

"The World's Largest Muskrat Ranch"· the Summerberry Muskrat Rehabilitation Project, 1935–1965 17

Book Review
Arctic Hell-Ship:
The Voyage of HMS Enterprise
1850–1855 24

New Books 25

Horizon 26

ARE CONTAMINANTS IN THE ARCTIC OCEAN YESTERDAY'S PROBLEM?

Robie Macdonald

As early as 1967 polychlorinated biphenyls (PCBs) were measured in Arctic seals – a sufficiently surprising finding at that time to be worthy of a paper in *Nature*. Despite the news that Arctic seals harboured PCBs in their fat, there was surprisingly little follow-up by scientists or politicians, and Arctic contaminants attracted little interest until about 1990 when they were rediscovered in the context of risks to northerners whose diets include a large component of marine animal fat. In Canada, the Northern Contaminants Program (NCP) was launched in 1991 and, internationally, the eight Arctic countries established the Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) whose task it was to find out where the contaminants came from and what risks they presented to ecosystems and humans. An important lesson here is that news media played a crucial role in raising public and political awareness before sufficient funds were put toward developing a scientific understanding of what was, after all, a 20-year old problem. The NCP had as an ultimate objective the reduction or elimination of contaminant exposure in the Arctic. A dedicated and talented science community set out to find where Arctic contaminants came from and how they managed to attain such high concentrations in animals so far from any sources. During the early stages of research, the surprising became the expected: practically every classic contaminant (Hg, PCB, DDT, chlordane, toxaphene, aromatic hydrocarbons and artificial radionuclides) was found to greater or lesser degree in the Arctic's air, water, soil and biota.

Several first-order scientific discoveries were made. An exquisite story was written on artificial radionuclides, which were disposed under license as nuclear reactor reprocessing waste off the coast of Europe. Rich in ^{137}Cs and ^{129}I, the radionuclide waste provided an incisive tracer that followed ocean currents into the Arctic and then traveled with boundary currents around the margins of the Eurasian and Canadian Basins at time scales of 5–15 years (Smith *et al.*, 1998). HCH (hexachlorocyclohexane: one of its forms is commonly known as the pesticide lindane) provided another elegant story involving air-water exchange and transport by winds and ocean currents. Looked at as an environmental tracer, HCH helped us to understand how surface ocean temperature controls the global distribution of some chemical compounds, and how ocean reservoirs load and unload semi-volatile contaminants over decadal periods (Li *et al.*, 2002). Mercury yielded up an exceptional surprise, which expanded into a vigorous international research effort that continues to this

INTERNATIONAL POLAR YEAR 2007–2008

day. It was discovered that, at various intervals after polar sunrise, this element disappeared within hours from the lower atmosphere (Schroeder *et al.*, 1998). Behaviour like this is completely out of character for a substance like Hg with an atmospheric residence time of about a year. Canadian pioneering research solved much of the puzzle of why Hg deposits to the ice surface in the Arctic's marginal seas during spring – just preceding the time when biological processes turn on.

Scientists soon focused their attention on contaminant exposure in Arctic ecosystems: in aquatic ecosystems, the highest contaminant burdens were found for chemicals that bioaccumulate or biomagnify within food chains (Muir *et al.*, 1999). Indeed, physical transporting and concentrating processes together with an aquatic food web firmly reliant on the transfer of fat provided the conspiracy that put top predators in the Arctic Ocean at risk from many of these chemicals.

The understanding that came out of the concerted efforts of the first five years of NCP research culminated in the Canadian Arctic Contaminants Assessment Report (CACAR, 1997), and much of the Canadian science was entrained into the AMAP assessment report (1998). In Canada, the NCP scientific research underpinned Canada's position internationally and contributed enormously to getting agreement under the Stockholm Convention to eliminate or reduce the use of many of the bad actors – the so-called dirty dozen organochlorines (PCBs, dioxins, furans, aldrin, dieldrin, DDT, endrin, chlordane, hexachloro benzene, mirex, toxaphene and heptachlor). Having achieved success through a carefully choreographed research and policy plan, the NCP then shifted direction away from studying contaminant pathways and more toward monitoring contaminant trends in selected Arctic media (*e.g.*, air and biota), and investigating the potential role contaminants might play in human health. To the contaminant pathways specialist – and I am one – nothing fails like success. This brings me to the title of this essay. If we have gotten contaminant sources under control, and now are just waiting while the biosphere slowly sheds its historical burden, is there anything left for the Arctic contaminant scientist to do? This question is, perhaps, especially pertinent today as global change has become the pervasive concern of scientists, news media, politicians and, of course, those who reside in the Arctic.

I'm convinced there remain important contaminant science tasks for three reasons: first, time series of contaminants in various Arctic media are confounded to varying degrees by environmental variability and change which, putting it another way, means that the climate system can conspire with contaminant pathways to deliver surprises (Macdonald *et al.*, 2005). Second, environmental change can alter the vulnerability of ecosystems and thereby cause a contaminant effect to "kick in" even though the exposure may have remained constant or even declined (Schiedek *et al.*, 2007). Third, while classical contaminants dwindle globally, new chemicals are invented and distributed, some of which will get to the Arctic (Muir and Howard, 2006). Below, I'm going to discuss these three challenges in a little more detail.

To arrive at a particular location in the Arctic, a contaminant has to navigate a number of pathways (*e.g.*, air, water, foodwebs, migratory animals) and these usually involve a series of steps and transfers, each of which can be altered by climate change (Figure 1). For example, PCBs comprise a family of 209 semi-volatile compounds containing a range from one to ten chlorine atoms. The degree of chlorination affects the physical properties and the biological toxicity. Released as a mixture in temperate industrial regions, PCBs begin to move away from the source by partially volatilizing and traveling on the winds. But this transport is complex, because along the route PCBs will transfer between air, aerosols, soil, vegetation and water, undergoing a sequence of atmospheric hops. Differences in physical properties between PCB compounds will operate so as to separate components in transport. In a way, the Earth behaves as a large, temperature-programmed chromatograph with surfaces acting as the stationary phase, and air and water as the moving phases. Typically, the light PCBs containing few chlorine atoms are more volatile and less attracted to solid phases, so they fan out in the vanguard. Later, the heavy PCB rearguard tries to catch up (*e.g.*, see Wania, 2003). Altering wind pathways, changing soil temperatures, crossing the zero-degree isotherm (solid versus liquid water) and even altering vegetation from, say, tundra to willows, affects the global physical transport.

Once PCBs reach the Arctic, they can enter the ocean through air-sea exchange or deposition (snow, rain, aerosols) and, again, these process are affected by climate variation. In particular, ice cover on the ocean controls air-sea exchange, and of all the physical changes happening within the Arctic, the loss of sea-ice cover is arguably the clearest and most important. Finally, the entry of PCBs into the foodweb and transfer to higher trophic levels can be altered by changing the trophic structure. So, when one examines a time series for PCBs in, for example, a polar bear or a beluga whale, there are quite a few factors in the physical and organic systems that control that final expression of concentration. Many organochlorine compounds that have been banned or restricted in recent years exhibit a characteristic emission history, with emissions commencing about 60 years ago, reaching a maximum, and then declining, sometimes

2008-05130/

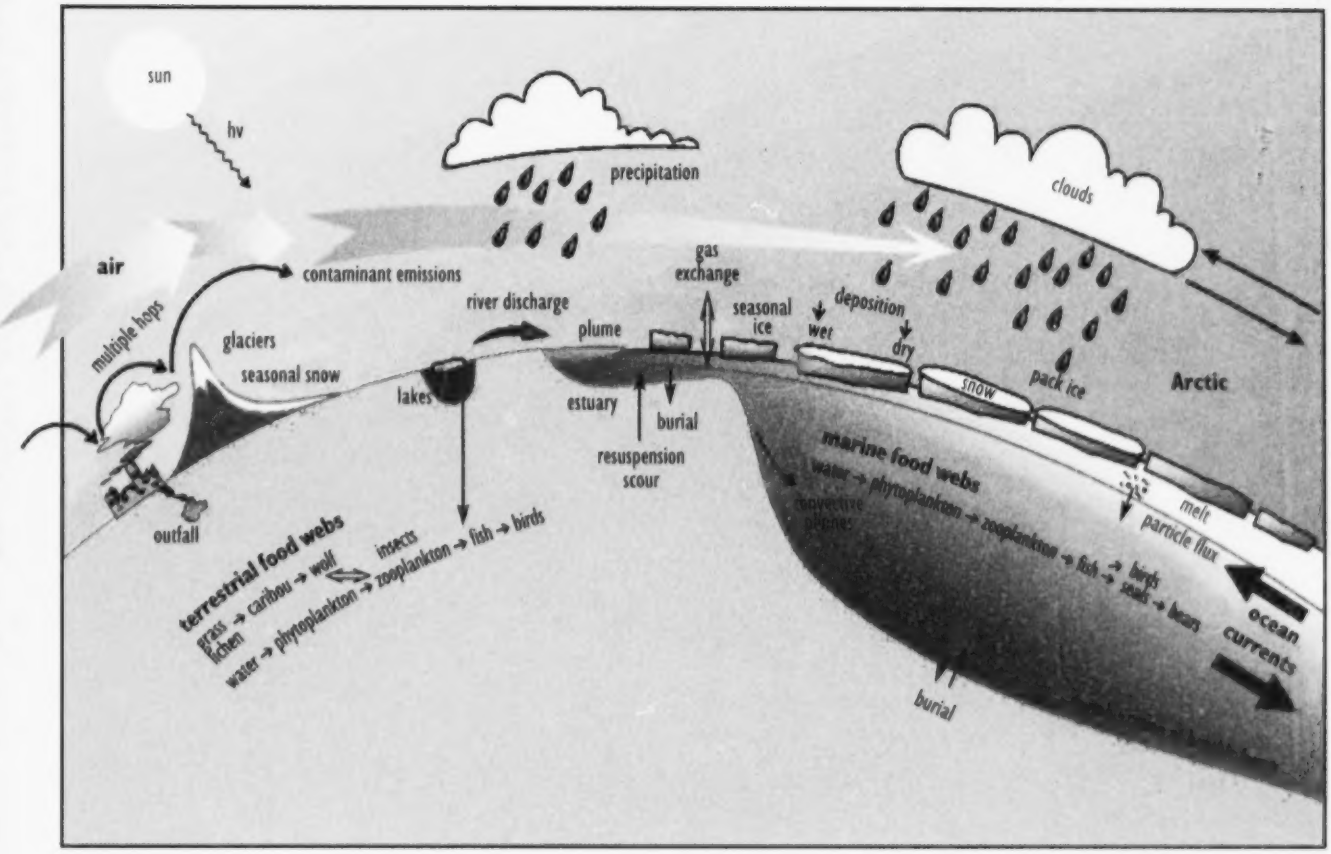


Figure 1
Contaminant pathways to the arctic

precipitously. During the early stages of release, atmospheric transport is a dominant pathway, but as environmental reservoirs become loaded (upper ocean, lakes, soils, vegetation) these then emerge as important secondary sources. After primary emissions are turned off, environmental reservoirs eventually become the dominant supplier of cycling contaminants, and environmental variability has a great opportunity to play its role. To understand the significance of contaminant time series therefore, we must account for variability and change in environmental factors. This is becoming increasingly clear with the recent dramatic demise of Arctic sea ice in summer.

Vulnerability is strongly related to climate change. Although contaminants often turn out to be sophisticated transient tracers, and we've learned much about the connectivity between the Arctic Ocean and the rest of the globe through them, the fundamental question, really, is whether or not contaminants are having effects on the ecosystem or humans. The Arctic is special because these contaminants were not used there and yet, because there is such a strong dependency on lipids (fat) in the food web, top predators including humans can exhibit high exposure especially to the organochlorines. Even though the time series being maintained under the ongoing NCP activities are giving us a reasonable image of chemical exposures with annual resolution at the decadal scale (*e.g.*, Braune *et al.*, 2007), we are far less certain about the effects of those contaminants on biota. One difficulty is that we are dealing with complex mixtures of chemicals and yet we lack epidemiology for most of the species involved even for single chemicals. Furthermore, we are by no means well informed about the exposure variability with season; short-lived, small animals likely respond fairly immediately to environmental exposure whereas long-lived, large animals (whales) may carry a burden accumulated through their lifetimes and this contaminant archive can be released during periods of starvation, migration or fasting (*e.g.*, Hickie *et al.*, 2007). If all this is not difficult enough, chemicals can threaten animal health in different ways, for example by compromising immunity to disease or by impairing reproduction. Under normal circumstances, an animal might tolerate a given chemical exposure, but with the sorts

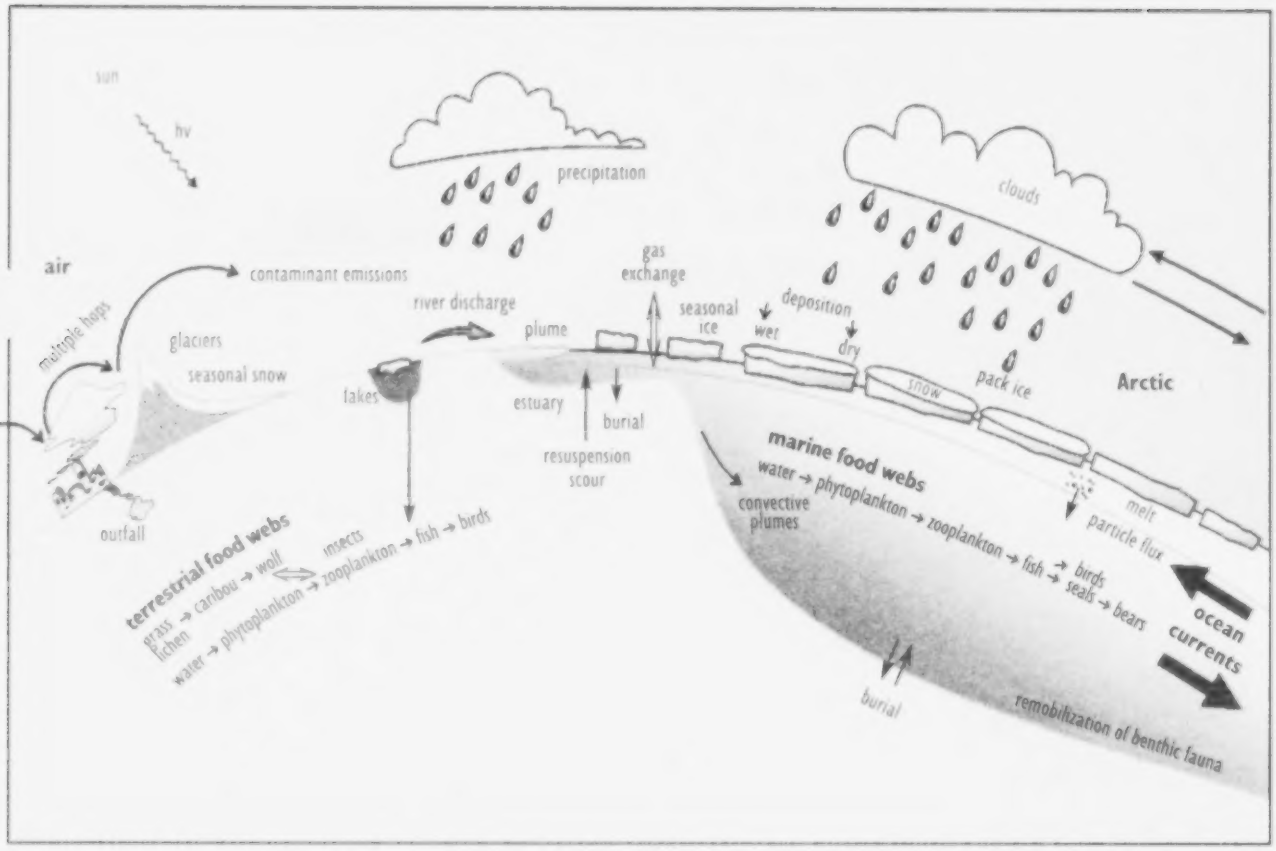
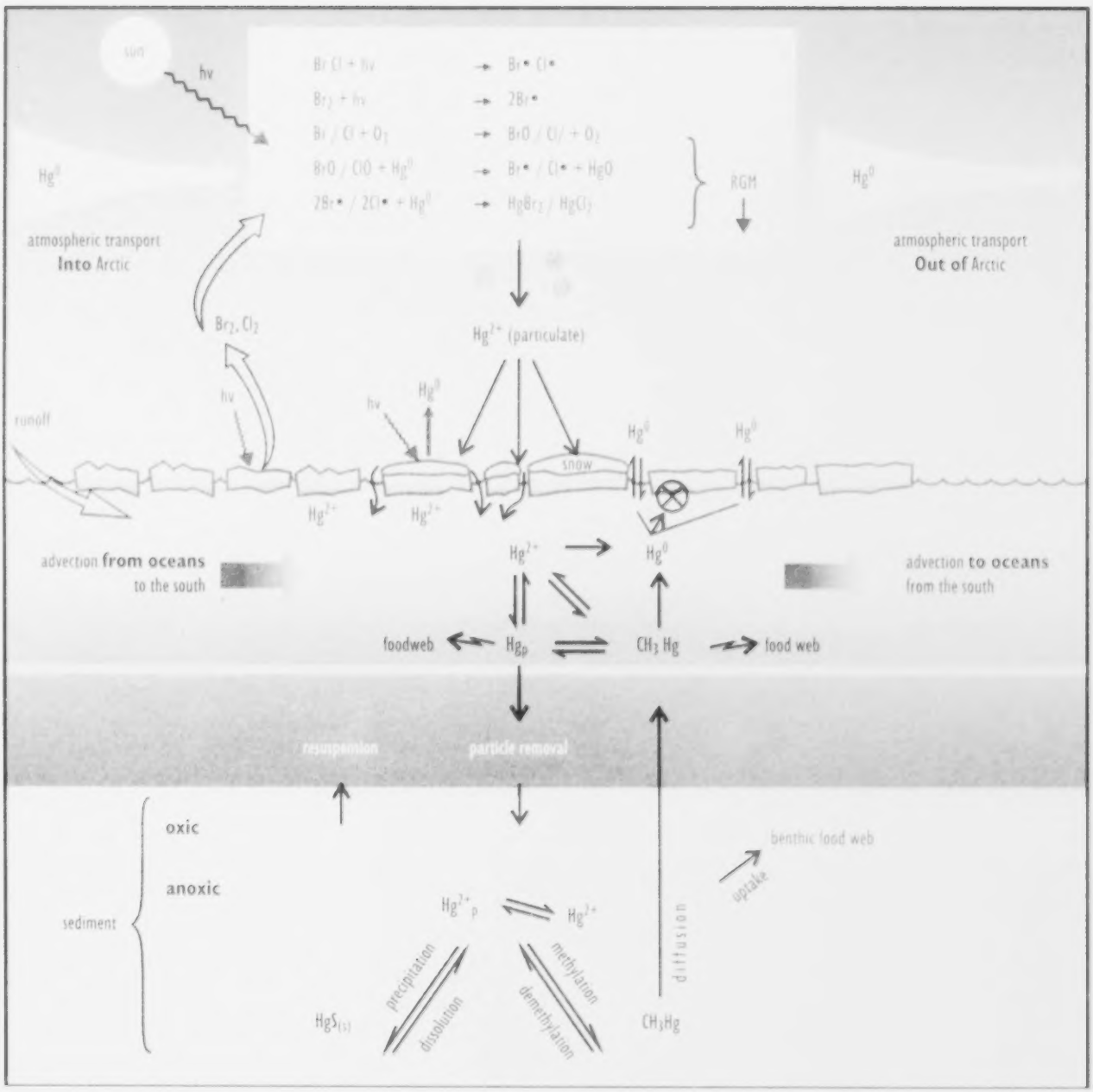


Figure 1
Contaminant pathways to the arctic


sun
hv
BrCl + hv → Br• Cl•
Br2 + hv → 2Br•
Br / Cl + O3 → BrO / ClO + O2
BrO / ClO + Hg0 → Br• / Cl• + HgO
2Br• / 2Cl• + Hg0 → HgBr2 / HgCl2
RGM
Hg0
atmospheric transport
Into Arctic
atmospheric transport
Out of Arctic
Br2, Cl2
Hg2+ (particulate)
runoff
snow
advection from oceans
to the south
advection to oceans
from the south
foodweb
Hgp
CH3Hg
food web
resuspension
particle removal
oxic
anoxic
sediment
benthic food web
uptake
diffusion
Hg2+ p
Hg2+
HgS(s)
precipitation
dissolution
methylation
demethylation
CH3Hg

of climate change now occurring in the Arctic and projected to continue to occur or perhaps even accelerate, other stresses (nutrition, invasive species, exposure to viruses) are going to place animals "at the edge." Chemical exposure may provide the final "push." We know far too little about the interactions between change, exposure and vulnerability and we need, at the very minimum, to monitor the health of the more exposed marine predators like toothed whales and bears.

The third task I identified for contaminant scientists, the emission of new chemicals, has been highlighted by Muir and Howard (2006). Two new chemical classes have recently emerged in environmental discussions – brominated diphenyl ethers (flame retardants) and perfluorinated alkyl acids (deriving from widely-used surfactants

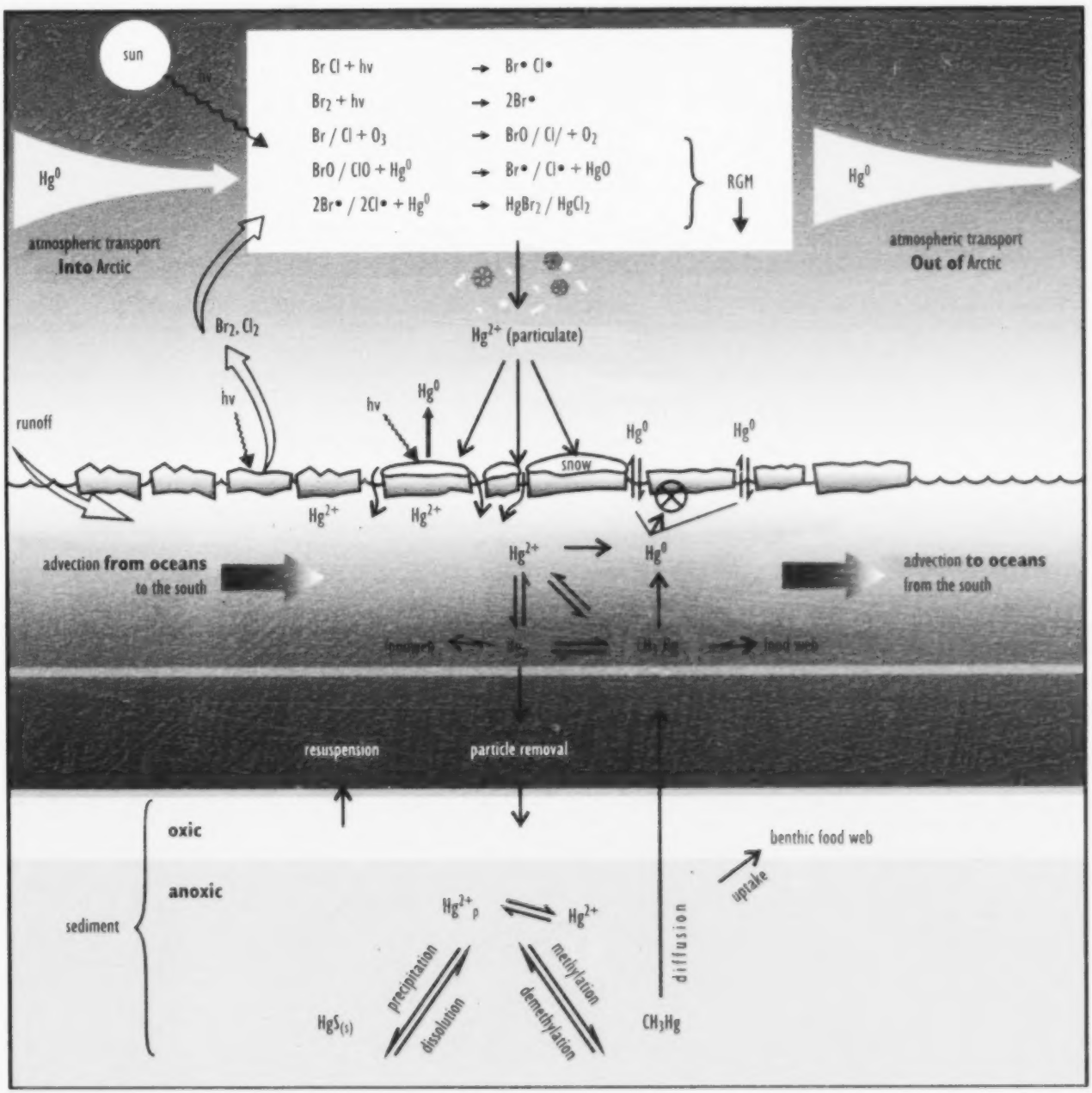


Figure 2

The complexity of the mercury cycle in the Arctic leaves much opportunity for climate change to alter pathways. Although we now understand much about atmospheric processes that convert gaseous Hg to reactive forms after polar sunrise (inset box at top of figure) and deposit it to the surface, we have a much poorer understanding of the transformations occurring in the ocean, especially those that control methylmercury and its entry into foodwebs.

to protect fabric). Their appearance in the Arctic automatically defines them as persistent. Unfortunately, there are about 30,000 chemicals used widely by industry (more than one tonne per year) and most are not monitored in the environment. Out of these, Muir and Howard (2006) have pared the list down to 30 chemicals with high potential for bioaccumulation and 28 with long range atmospheric transport potential. While containing a diverse group of chemicals, this pared-down list is at least manageable in terms of assessing presence and trends in selected Arctic media. Certainly, a task for contaminant chemists is to remain vigilant for new chemicals, something that is helped by a coordinated effort to maintain tissue archives.

Most of the contaminant discussion above refers to selected industrial and agricultural organochlorine compounds, simply because these have been released in large quantities, they transport efficiently in air or water, they associate with organic systems, they undergo magnification in the environment, they are persistent and they are unequivocally identified with human activities. Toxicity varies, but some of these compounds are among the most toxic. This list leaves out one more toxic chemical that especially concerns me – mercury. Mercury is difficult to study in the environment; as its common name, quicksilver, implies, it is an element with "slippery" behaviour that undergoes many chemical transformations and phase changes (Figure 2). Gaseous elemental Hg is volatile, but when oxidized it associates with particulates and water, and under reducing conditions it can be converted to a more toxic, bioaccumulative form – methyl-mercury. The natural Hg cycle complicates the study of Hg as a contaminant. Perhaps two-thirds of the Hg in the atmosphere and upper ocean derives from human

Figure 3
Trace Hg clean-room trailer on the CCGS Amundsen; Joanne Delaronde prepares samples to study Hg in the ocean as part of the Circumpolar Flaw Lead (CFL) study. Photo: Doug Barber.

activities over the past two centuries, but the other third is part of a global cycle that has endured for eras. Although steps have been taken to curb the release of Hg in North America and Europe from, for example, coal burning, dental technology, soft metal smelting and the chlor-alkali industry, Hg in the large environmental reservoirs (ocean, atmosphere, soil) continues to cycle, and Asia is presently increasing its Hg emissions. Once again, the Arctic is special insofar as Hg is concerned, but for a very different reason than the semi-volatile organochlorines: shortly after polar sunrise Arctic air undergoes unique chemical transformations, initiated by solar radiation and catalyzed by halogens from the ocean, which convert gaseous Hg into reactive forms that subsequently deposit on the surface of the ice or into open leads. A substantial amount of research has confirmed the atmospheric mercury depletion process and revealed it to be widespread around the Arctic Ocean margin.

The complexity of the Hg cycle (Figure 2) and the difficulty of measuring trace Hg concentrations in sea water, which are easily ruined by contamination during sampling, means that clean techniques must be used (Figure 3). Another difficulty, that of accessing the Arctic's coastal oceans between February and May, has left many puzzles still to be resolved in the water side of the Hg cycle. Therefore, the over-wintering of the *CCGS Amundsen* in the Beaufort Sea from November, 2007 through summer of 2008 (Figure 4) provides a rare opportunity to conduct research on the Hg cycle through seasonal transitions in a milieu of other physical, chemical and biological investigations. Much of the Hg deposited on snow and sea ice during depletion events is apparently reduced and emitted back to the atmosphere rather than entering the ocean. The trends that have been assembled during the NCP for atmospheric Hg do not reveal any obvious connection to the sometimes alarming trends and variability of Hg in aquatic predators like beluga. In my view, the answer to this mystery lies in the part of the system that has been most poorly studied – the ocean. Important sources of variation and trends in Hg burdens for biota in the Arctic Ocean can be found in processes such as Hg methylation and demethylation, changes in animal foraging behaviour, and changes in supply of Hg from adjacent drainage basins undergoing melting of the permafrost. It seems clear to me that we need a far more thorough understanding of the Hg cycle in the Arctic Ocean before we can make further progress on how Hg presents risks to Arctic ecosystems and what our opportunities are for mitigation.

In summary, there remains much for the contaminant science community to do.

Figure 4
The *CCGS Amundsen*, here frozen into the ice of Amundsen Gulf, provides a unique opportunity to investigate Hg pathways in air, snow and ocean as the system goes through polar sunrise (mercury deposition), breakup (meltwater production) and biological production. As part of Canada's International Polar Year program, researchers will generate comprehensive data sets for mercury and other system properties. Photo: Doug Barber.

Certainly the maintenance of trend monitoring is important, but this needs to be done in the context of changing pathways. Particularly important as we go through this period of rapid change in the Arctic is to establish what sort of risks contaminants present as additional stresses to aquatic predators facing the loss of summer ice in the Arctic Ocean, the invasion by new species and altered temperature regimes. Chemicals continue to be invented much faster than environmental chemists can develop methods to measure them in the environment. We need to focus some effort on new chemicals that present the greatest risks based on persistence, bioaccumulation potential, toxicity and the capacity to make it to the Arctic. Finally, we require research on ocean processes involving Hg with the objective to catch up with the understanding that has emerged during the past ten years for Arctic atmospheric mercury chemistry (*e.g.*, Steffen *et al.*, 2008).

Robie Macdonald is Head, Marine Environmental Quality, Fisheries and Oceans Canada. At the time of writing he was serving a stint as Chief Scientist aboard the CCGS Amundsen, *which was wintering over in the Beaufort Sea.*

References

Arctic Monitoring and Assessment Programme, 1998. The Arctic Monitoring and Assessment Programme report: Arctic pollution issues. Oslo, Norway, 859 pp.

Braune, B.M., 2007. Temporal trends of organochlorines and mercury in seabird eggs from the Canadian Arctic, 1975–2003. *Environmental Pollution*, 148: 599–613.

The Canadian Arctic Contaminants Assessment Report, 1997. Indian and Northern Affairs Canada, Ottawa, Canada, 460 pp.

Hickie, B.E., P.S. Ross, R.W. Macdonald and J.K.B. Ford, 2007. Killer whales (*Orcina orcas*) face protracted health risks associated with lifetime exposure to PCBs. *Environmental Science and Technology*, 41: 6613–6619.

Macdonald, R.W., T. Harner and J. Fyfe, 2005. Recent climate change in the Arctic and its impact on contaminant pathways and interpretation of temporal trend data. *Science of the Total Environment*, 342: 5–86.

Muir, D.C.G. and P.H. Howard, 2006. Are there other persistent organic pollutants? A challenge for environmental chemists. *Environmental Science and Technology*, 40: 7157–7166.

Muir, D.C.G., B. Braune, B. DeMarch, R. Norstrom, R. Wagemann, L. Lockhart *et al.*, 1999. Spatial and temporal trends and effects of contaminants in the Canadian Arctic marine ecosystem: a review. *Science of the Total Environment*, 230: 83–144.

Schiedek, D., B. Sundelin, J.W. Readman and R.W. Macdonald, 2007. Interactions between contaminants and climate change. *Marine Pollution Bulletin*, 54: 845–856.

Schroeder, W.H., K.G. Anlauf, L.A. Barrie, J.U. Lu, A. Steffen, D.R. Schneeberger *et al.*, 1998. Arctic springtime depletion of mercury. *Nature*, 294: 331-332.

Smith, J.N., K.M. Ellis and L.R. Kilius, 1998. ^{129}I and ^{127}Cs tracer measurements in the Arctic Ocean. *Deep-Sea Research*, 45: 959–984.

Steffen, A. *et al.*, 2008. A synthesis of atmospheric mercury depletion chemistry linking atmosphere, snow and water. *Atmospheric Environment*, in press.

Wania, F. 2003. Assessing the potential of persistent organic chemicals for long-range transport and accumulation in polar regions. *Environmental Science and Technology*, 37: 1344–1351.

NEAR-RECORD PRECIPITATION CAUSES RAPID DRAINAGE OF ZELMA LAKE, OLD CROW FLATS, NORTHERN YUKON TERRITORY

Brent B. Wolfe and Kevin W. Turner

While conducting the first phase of hydrological fieldwork in June 2007 for the Government of Canada International Polar Year project, "Environmental change and traditional use of the Old Crow Flats in northern Canada," we observed the rapid overland drainage of Zelma Lake. The Old Crow Flats (OCF), a 5300 km² freshwater ecosystem in the northern Yukon, is internationally recognized for its ecological significance and is closely linked to the cultural identity of the Vuntut Gwitchin community of Old Crow. Zelma Lake stands out among the more than 2000 lakes in the OCF because of its large size, its accessibility by boat, and because local residents have long used it for hunting, trapping and fishing. We used aerial photographs from a later survey in July 2007 as well as water depth measurements to estimate that water loss of approximately 5.8 million cubic metres (the equivalent of about 2300 Olympic-size swimming pools) exposed about 5.2 square kilometres of lake bed, corresponding to 43% reduction in lake area and over 80% reduction in lake volume. Precipitation in the month of May prior to our fieldwork totalled 44.4 mm, the highest recorded since measurements began in 1951; this followed above-average cumulative precipitation during the previous two months. Analysis of lake water isotope composition from Zelma Lake indicates that substantial rainfall likely increased lake levels and ultimately triggered rapid erosion of an outlet leading to the channel network that exports water from the Flats.

INTRODUCTION

Local concerns over declining lake levels in the Old Crow Flats, in the northern Yukon Territory, and resultant consequences to the integrity of the freshwater ecosystem recently led to a multidisciplinary research initiative funded by the Government of Canada International Polar Year (IPY) Program. The project, "Environmental change and traditional use of the Old Crow Flats in northern Canada," brings together a diverse group of researchers from universities and governments, in partnership with the Vuntut Gwitchin First Nation, to address the complexities of climate change impacts on the Old Crow Flats and the neighbouring community of Old Crow. Research expertise spans the disciplines of geology, physical geography, permafrost science, hydrology, limnology, terrestrial ecology, wildlife biology, nutrition, and traditional knowledge of the land and its processes. Over-arching objectives include: 1) documenting the history of environmental change in the Old Crow Flats from a unique assemblage of archives that record natural history from the last interglacial to the present; 2) assessing the distribution and abundance of vegetation and wildlife and identifying the processes that link these to the changing physical environment; 3) evaluating the impact of changes in the physical and biological environment on traditional food sources of the Vuntut Gwitchin; and 4) developing a long-term environmental monitoring program for the Old Crow Flats conducted by the Vuntut Gwitchin through the IPY and into the future.

Hydrological studies within the IPY Project are relying principally on water isotope tracers to determine the relative importance and spatial variability of the processes (*e.g.*, snowmelt, rainfall, melting ground ice, and evaporation) that govern present-day lake water balances and to reveal whether currently declining lake levels represent a unique directional change or instead reflect natural hydrological variability. Fieldwork began in June 2007 and included collecting water samples for analysis of oxygen and hydrogen isotope composition from 56 basins and 13 river locations spanning the area used by the Vuntut Gwitchin. During our first helicopter fly-over we observed that Zelma Lake, a large shallow basin about 12 square kilometres in area and less than a metre deep, had breached its southwestern bank and was rapidly discharging through two smaller basins and into a nearby creek.

Zelma Lake is culturally important to the people of Old Crow, and the event confirmed the prediction of a local resident whose family has hunted, trapped, and fished there for generations. He told us of his concerns about imminent drainage of the lake during a research planning meeting in February 2007. News of the drainage has since attracted national media attention (www.cbc.ca/canada/north/story/2007/08/07/yk-zelma.html). Here we present our field observations and offer climatic and isotopic evidence to suggest near-record precipitation from March through May caused the drainage event.

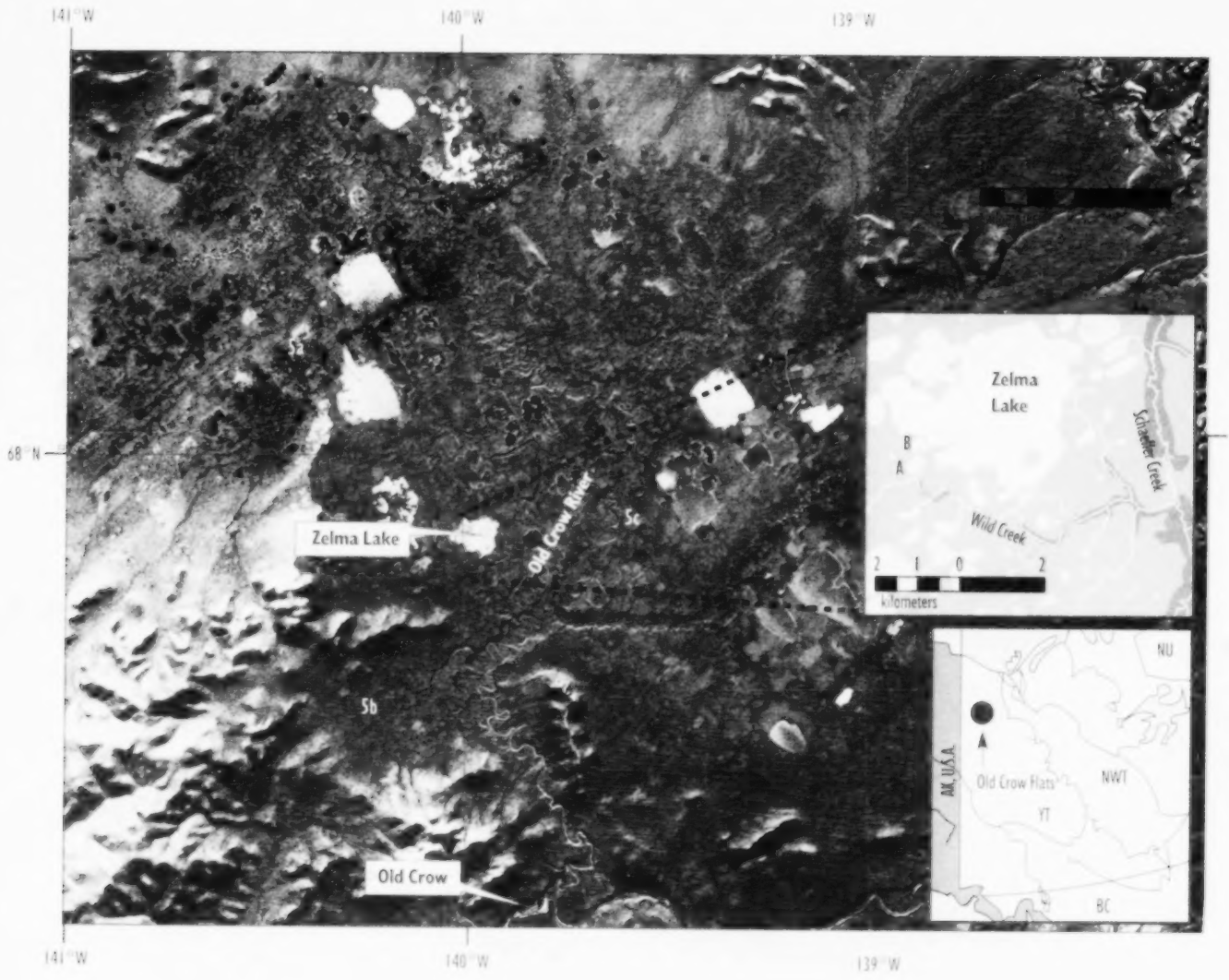


Figure 1
The Old Crow Flats in northern Yukon Territory is the home of the Vuntut Gwitchin First Nation and is a wetland ecosystem of international significance. Zelma Lake is a large basin west of the Old Crow River. Locations 5a–5c refer to photos shown in Figure 5.

FIELD OBSERVATIONS

Zelma Lake is one of the largest lakes in the Flats and lies to the north of Wild Creek, a tributary of Schaeffer Creek that empties into the Old Crow River (Figure 1). On 6 June 2007, we observed a small (0.12 km^2) drained lake (Basin A) to the south of the western end of Zelma Lake (Figures 2a and 2b). According to a local resident, Basin A had drained into Wild Creek during the summer of 2006. Most of Basin A was dry except for a central incised channel that was carrying flow from the next similarly sized basin upstream (Basin B). Flow was substantial, as indicated by small sets of white-water rapids evident in the centre and the outlet of Basin A, and had raised the level of Wild Creek well beyond the capacity of its banks, drowning spruce trees on the floodplain. A clear colour distinction marked the point where the lake waters entered Wild Creek. Basin B appeared to be near bankfull, possibly indicating that it had begun to drain only very recently, although its level may have been maintained by Zelma Lake, whose southwestern bank was also breached.

When we returned to the field area on 23 July 2007, we noted that flow had subsided in the incised channel of Basin A, Basin B was dry, and water level had declined substantially in Zelma Lake (Figures 2c and 2d). A broad swath of lake bed lay freshly exposed along the shoreline of Zelma Lake. Estimates from oblique aerial photos and measured lake water depths from the June and July surveys suggest ~5.8 million m^3 (~2400 Olympic-size swimming pools) of water loss exposed ~5.2 km^2 of lake bed, corresponding to a reduction in lake area of ~4% (Figure 2e) and of over 80% in lake volume.

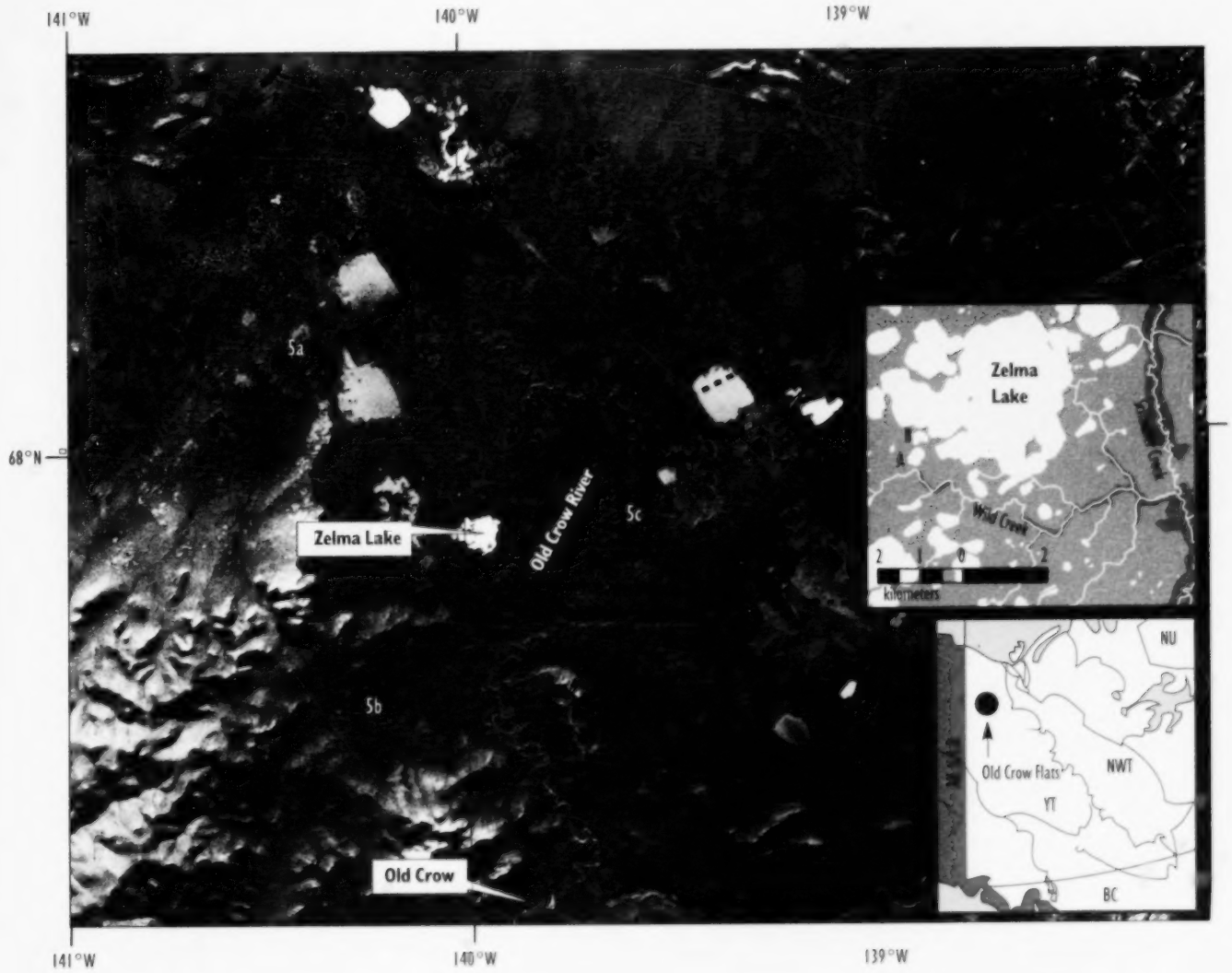
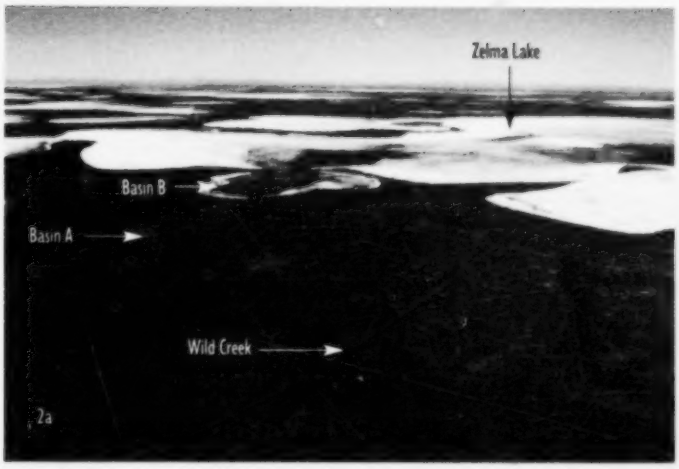


Figure 1
The Old Crow Flats in northern Yukon Territory is the home of the Vuntut Gwitchin First Nation and is a wetland ecosystem of international significance. Zelma Lake is a large basin west of the Old Crow River. Locations 5a–5c refer to photos shown in Figure 5.

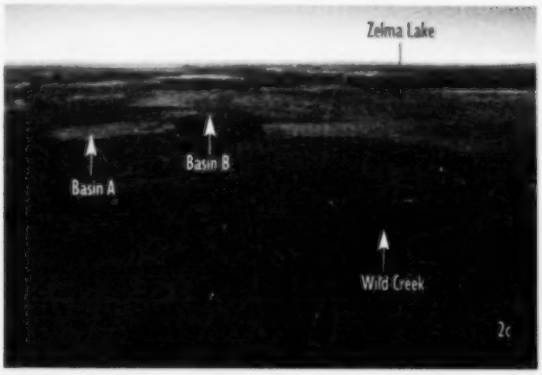
FIELD OBSERVATIONS

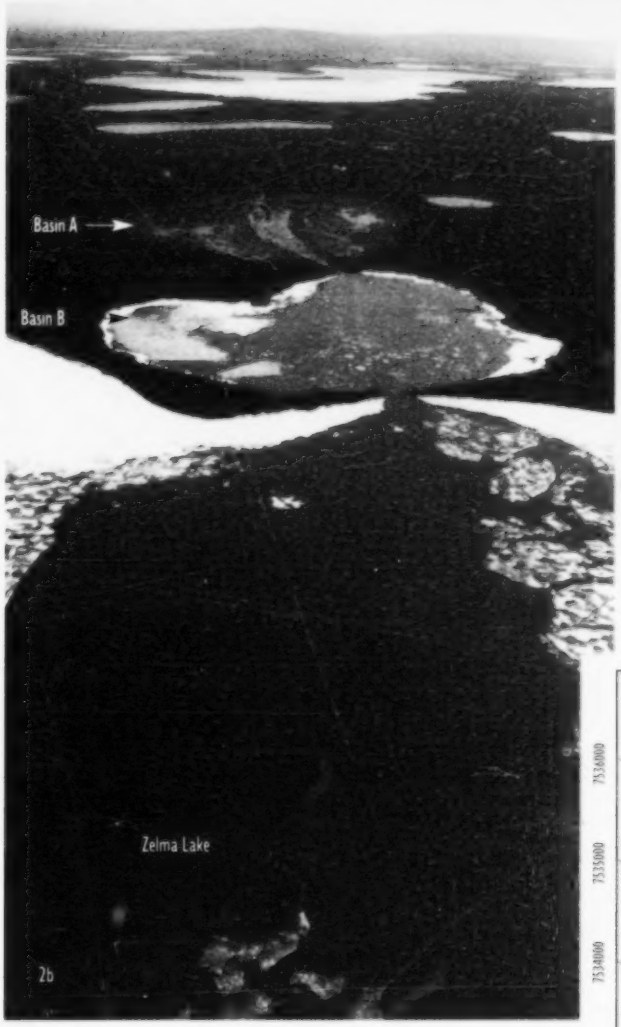
Zelma Lake is one of the largest lakes in the Flats and lies to the north of Wild Creek, a tributary of Schaeffer Creek that empties into the Old Crow River (Figure 1). On 6 June 2007, we observed a small (0.12 km^2) drained lake (Basin A) to the south of the western end of Zelma Lake (Figures 2a and 2b). According to a local resident, Basin A had drained into Wild Creek during the summer of 2006. Most of Basin A was dry except for a central incised channel that was carrying flow from the next similarly sized basin upstream (Basin B). Flow was substantial, as indicated by small sets of white-water rapids evident in the centre and the outlet of Basin A, and had raised the level of Wild Creek well beyond the capacity of its banks, drowning spruce trees on the floodplain. A clear colour distinction marked the point where the lake waters entered Wild Creek. Basin B appeared to be near bankfull, possibly indicating that it had begun to drain only very recently, although its level may have been maintained by Zelma Lake, whose southwestern bank was also breached.

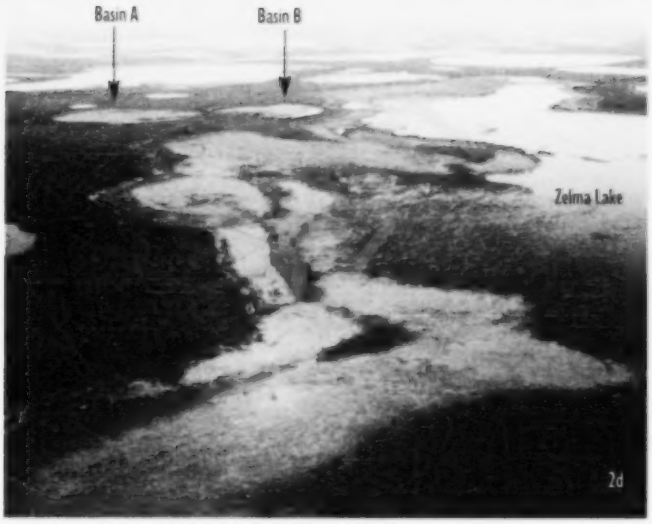
When we returned to the field area on 23 July 2007 we noted that flow had subsided in the incised channel of Basin A, Basin B was dry, and water level had declined substantially in Zelma Lake (Figures 2c and 2d). A broad swath of lake bed lay freshly exposed along the shoreline of Zelma Lake. Estimates from oblique aerial photos and measured lake water depths from the June and July surveys suggest ~5.8 million m^3 (~2300 Olympic-size swimming pools) of water loss exposed ~5.2 km^2 of lake bed, corresponding to a reduction in lake area of ~43% (Figure 2e) and of over 80% in lake volume.



Figures 2a and 2b
Photos of Zelma Lake taken on 06 June 2007.







Figures 2c and 2d
Photos of Zelma Lake taken on 23 July 2007.

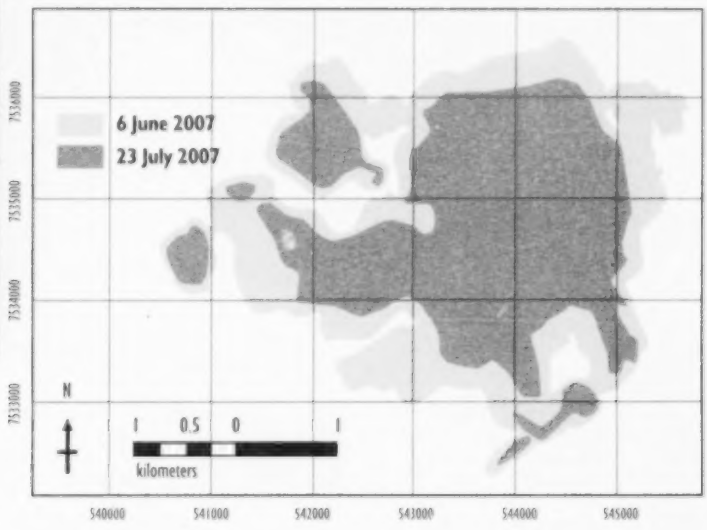


Figure 2e
Estimated spatial extent of Zelma Lake on 06 June 2007

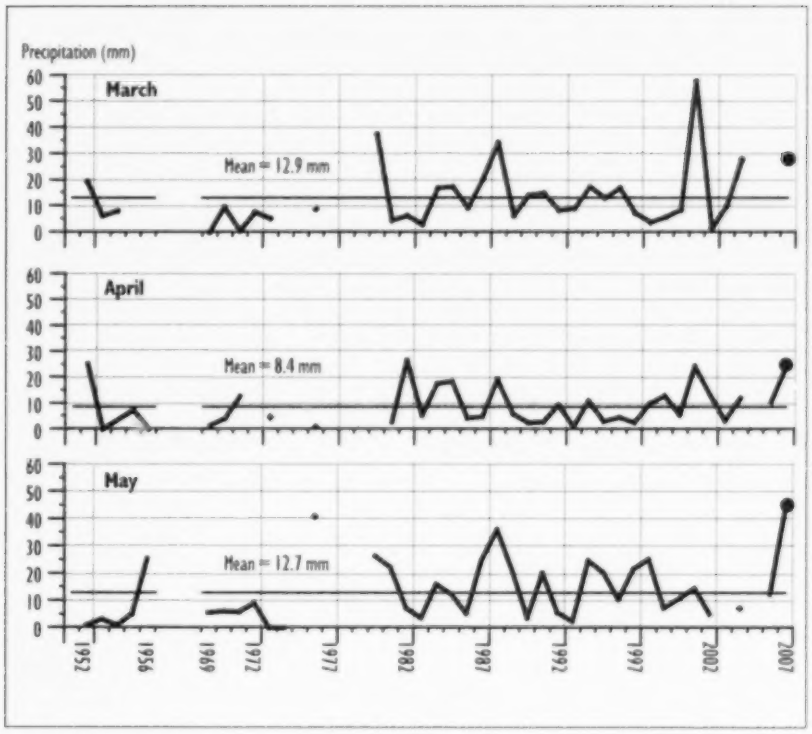


Figure 3
Precipitation for March, April and May (1951–2007) measured at the Old Crow airport (www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/index.html).

CLIMATE AND ISOTOPIC DATA

We examined local climate data to explore potential causes of the drainage of Zelma Lake and discovered that precipitation far exceeded the recorded average during late winter and spring of 2007 (Figure 3). Snowfall accumulation totalled 27.8 mm in March and 24.0 mm in April, well above the 1951–2007 mean values of 12.9 and 8.4 mm, respectively. Precipitation in May of 44.4 mm, comprising 10.0 mm of snow and 34.4 mm of rain, was the highest recorded since 1951 (the mean for 1951–2007 was 12.7 mm). On 31 May, six days before our field visit, 10 mm of rain fell, representing 23% of the monthly total precipitation. Cumulative precipitation over this three-month period (96.2 mm) was almost three times higher than the long-term mean (34.0 mm) and more than any year since 1951 in which complete records exist except for 2001 (96.8 mm).

Results from oxygen and hydrogen isotope analysis of the 56 lakes sampled in the Old Crow Flats in June 2007 are consistent with above-average precipitation in the early thaw season (Figure 4). We draw this conclusion from assessment of the isotopic data relative to the Global Meteoric Water Line (GMWL) and Local Evaporation Line (LEL), two reference lines that characterize precipitation and surface waters in conventional $\partial^{18}O$–$\partial^{2}H$ space, respectively. The

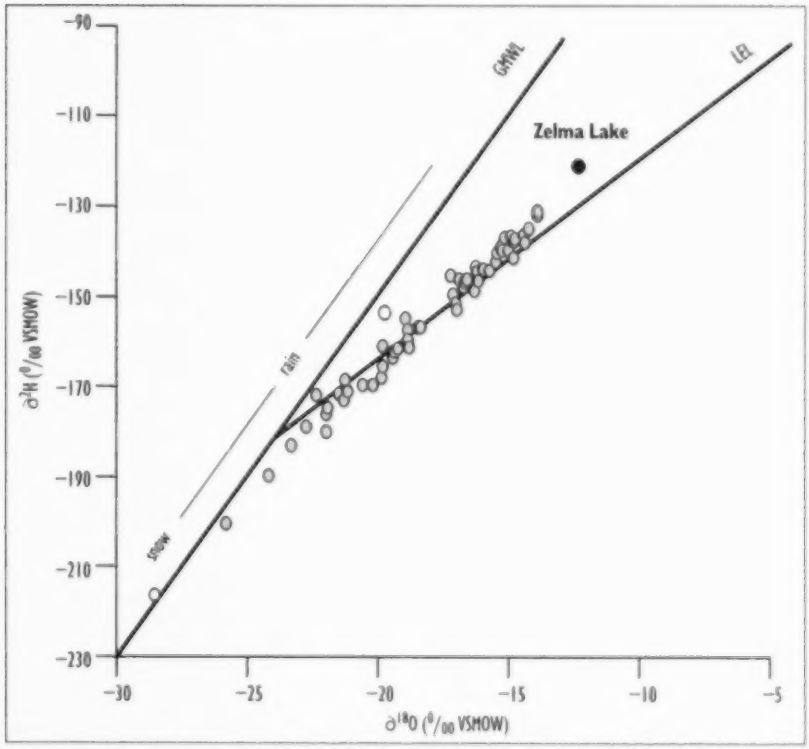
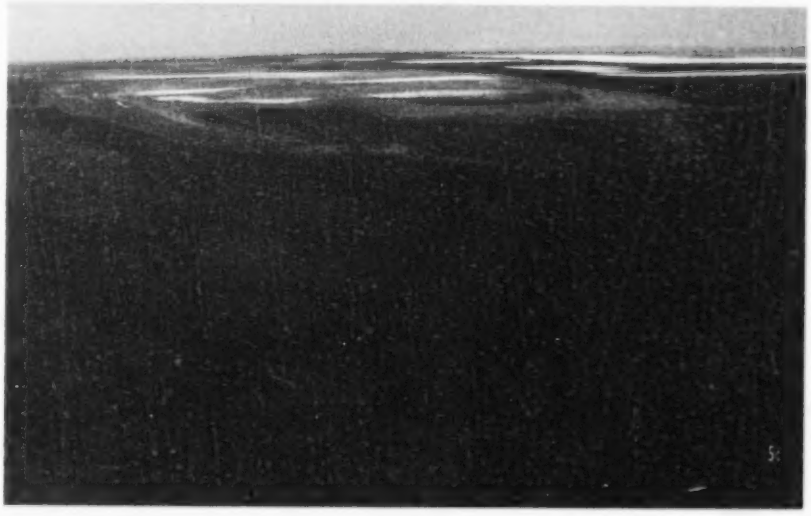


Figure 4
Results from oxygen and hydrogen isotope analysis of 56 lakes (shaded circles) sampled between 6–13 June 2007. Reference lines include the Global Meteoric Water Line (GMWL) and the Local Evaporation Line (LEL), the latter derived from an evaporation pan maintained at the Old Crow airport. Average isotope compositions for local snow and rain (open circles) from samples collected March–July 2007 are also shown. Note that Zelma Lake plots well above the LEL due to the recent input of substantial rainfall.

average isotopic composition of local snow and rain, the main sources of input water to lakes in the OCF, are readily distinguished and plot near the GMWL. In contrast, nearly all lakes are distributed along the LEL because of evaporation, although several (including Zelma Lake) plot above the LEL due to the recent input of over 30 mm of rainfall. From this analysis of available climate and isotopic data, we suggest that near-record precipitation during the March–May period capped by an intense rain event on 31 May raised water levels in Zelma Lake, triggering the rapid erosion of an outlet and subsequent drainage into Wild Creek. Other factors, such as melting ground-ice and headwater erosion due to changes in base level, may have also contributed to the drainage of Zelma Lake but their relative importance is difficult to assess at this time.

FUTURE DIRECTIONS

Is the draining of Zelma Lake yet more evidence of climate change impacts in high-latitude regions? Our field observations of the landscape of the Old Crow Flats indicate there are numerous examples of lakes that have contained higher water levels in the past (Figures 5a–5c) and, thus, the draining of Zelma Lake cannot be considered a unique event. However, if extreme precipitation during the late winter and early spring were to become more prevalent, the frequency in the lateral drainage of lakes to the channel network could increase. Water loss may also result from increased evaporation over a longer ice-free season and accelerated permafrost degradation. On the other hand, observations of submerged terrestrial vegetation in some areas of the Flats may be



Figures 5a to 5c
Photos of basins that have had higher water levels in the past. Refer to Figure 1 for locations.

a result of elevated water levels or thermo-erosion of shoreline areas. Clearly, greater understanding of Old Crow Flats hydrology over time is critical to assess the role of climate change on recent drainage events like that of Zelma Lake and will be a primary focus of hydroecological and paleolimnological studies to be conducted over the next few years. It is our hope that findings will contribute to ecosystem management and community plans for adapting to ongoing environmental change.

Brent B. Wolfe (bwolfe@wlu.ca) is an Associate Professor and holds the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC) Northern Research Chair in Northern Hydroecology at the Department of Geography and Environmental Studies, Wilfrid Laurier University. Kevin W. Turner is a postgraduate student at the Department of Geography and Environmental Studies, Wilfrid Laurier University.

Acknowledgements

We thank the people of Old Crow who have welcomed us into their community. Danny Kassi first alerted us to the potential drainage of Zelma Lake. Ann Balasubramaniam, Shaun Bruce, Renee Charlie, Dennis Frost, Shel Graupe, Roland Hall, Jennifer Lee, Jon Sweetman, Erika Tizya and Jana Tondu assisted with fieldwork. Support for this research was provided by the Government of Canada International Polar Year Program, the NSERC Northern Research Chair Program, the Polar Continental Shelf Project, and the Northern Scientific Training Program of Indian and Northern Affairs Canada.

EVALUATING CANADA'S NORTHERN RESEARCH INFRASTRUCTURE AND LOGISTICS

Tom Hutchinson

Over the past year the Canadian Polar Commission has been working with several partners on an evaluation of Canada's northern research infrastructure and logistics support. Tom Hutchinson, Chair of the Commission, discusses the project in this excerpt from a recent interview.

The Polar Commission's infrastructure and logistics evaluation project originates with the recognition by many people over many years that the research infrastructure – field stations and logistics support – for northern science has been woefully degraded for some time, certainly into the 1970s. While we've had a lot of renewal and new opportunities with programs like ArcticNet, the *Amundsen* research icebreaker, the creation of Northern Chairs, and initiatives like the Northern Contaminants Program, none of those have looked at field station infrastructure. The end result is that across the north many of the field stations – which have a long and important historic record going back 40 and 50 years – can no longer fully meet the researchers' needs.

And so the Polar Commission – with partners including the Arctic Institute of North America, Indian and Northern Affairs Canada, the International Polar Year Federal Program Office, the Office of the National Science Advisor, the Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC), and the Territorial governments – has been looking at what research directions are being developed and where we are likely to go over the next 25 or 30 years in terms of research. Then we have been asking what inputs of funding and what changes in resources are needed to actually do the research, based on the present network.

We've proceeded by consulting quite widely across Canada – with northerners, academic researchers, indigenous groups, and government groups. First we developed the framework of the study with the help of a group of northern science leaders. Then we got the managers and operators of all the stations together in at a meeting in Quebec City, and asked them to describe the status of their facilities – the needs and the demands, whether they could meet them, and what changes they felt were necessary. The poor state of the stations was of course confirmed – but particularly interesting was that they found demand had greatly increased. In fact, all but one of the stations across the country are fully booked up. There is a small amount of capacity at one of the High Arctic stations, but the others really can't go any further at the moment. Yet demands are still increasing, because of IPY programs, ArcticNet, and all kinds of other research initiatives. Also, the involvement of northern governments and northern communities has increased.

Next on our agenda was getting the northern perspective. We held a second workshop, in Yellowknife, predominantly with northerners, and we got their take on what is required. Many of the field stations historically have been in isolated locations, doing atmospheric physics or looking at

ocean ice and so on. When we got the northerners involved they were very interested and keen to be part of future research; and, not surprisingly, they want a good deal of the research to operate out of their communities. The northern governments have a natural desire to learn a lot more about their own territories and so they want to be involved, with scientific research of their own. I was struck by the depth of the feelings in the north to get facilities built in the northern communities and have them serve as multi-purpose installations. The social problems were discussed frequently. The scientific questions – climate change, atmospheric chemistry, ice, permafrost, and so on – make up one package of infrastructure needs; but the communities are much more concerned with their own social issues and community health. We need to be able to address all of these. Northerners and the northern governments have to be absolutely and completely involved in all that goes on. It's clear that there is a strong need and a desire to have more training facilities in the north at a fairly high level, so that skilled people are available to take advantage of the opportunities that new developments in the north will bring on.

About the time of the Yellowknife workshop the federal government switched a big searchlight onto the north with the Speech from the Throne and its plans to make big investments there. That is helpful: it means that the North is on the radar screen. Included in the speech was the plan to build a "world-class arctic research station". We therefore had a lot of discussion around what models might work, how they could be developed, and how the network that we'd discussed might be involved. There is a very strong, almost unanimous view that because Canada is a huge country geographically, with a lot of variety and a lot of different terrestrial and marine situations, we need to have a network – and that a new "world-class" research station needs to be embedded in this network.

It seems there are several areas where having a research station would be important, and two examples immediately spring to mind. With the increased interest in the Beaufort Sea, with oil and gas development and drilling in deep waters off Banks Island – off the Shelf, in more than one thousand feet of water, which is something new – there was a lot of discussion as to whether the station at Tuktoyaktuk could be redeveloped. Some years ago, the Polar Continental Shelf station there was closed, and so there's some concern that we're not fully servicing the Western Arctic area, especially the Beaufort Sea. The current station in Inuvik focusses on the Mackenzie Delta. Right over on the other side of the country, the new land claims settlement in Labrador has brought a strong desire to develop research stations. The possibility was discussed of having two field stations in Labrador, one on the coast in the Inuit area, and another more inland at Goose Bay serving the Innu.

We recently held a third workshop where we tried to envision where research will be going over the next 25 to 30 years. We looked at climate change scenarios such as changes in wildlife and sea ice conditions – the changes in 25 years may be quite dramatic – and community population dynamics and so on. We then asked what infrastructure would be required for future scientific research, how this fits with the network we presently have, and what plans need to be developed.

That's an overview of what's been happening in the project. The next step is to prepare the report, which we're hoping to publish some time in April. It will be a substantial summary document that will state most of the major findings and recommendations. And then hopefully for the fall we'll produce a more detailed final report.

So that's the game plan. We have had widespread and substantial support for this initiative – it was quite a coalition. A great deal of thought and effort has been put into it by people on the front lines of northern science – those doing and managing the research, and those most affected by it. We are hoping it will have some influence.

Tom Hutchinson is Chairperson of the Canadian Polar Commission and Professor Emeritus in the Environmental & Resource Studies Program at Trent University.

SCIENCE COMMUNICATION 101

Laurie Buckland

"The good news is that the rules to communicate (science) effectively are few and simple. The bad news is that it is not easy or natural to apply them."

– Giovanni Carrada

The Government of Canada is investing $150 million in new funding over six years to support Canada's participation in International Polar Year (IPY) through science and research projects focused on two priority themes – climate change impacts and adaptation and the health and well-being of Northern communities. A total of 44 science and research projects have been funded to date. Additional projects that focus on training, communications and outreach will soon be announced.

IPY projects have a variety of goals and objectives, but they share a common vision, and that is to leave a positive lasting legacy in the form of new knowledge, capacity, and interest in the polar regions. This legacy is meant to benefit not only science and scientists but also northerners, aboriginal communities and all Canadians. While it is important that results from Canadian IPY research projects are published in scientific journals, results must also be publicly accessible. Communicating with the public and engaging them in polar science issues – in a way that is understandable for *all* Canadians – is essential to achieving IPY's vision.

While many scientists are gifted communicators, most of us do not have the talent of David Suzuki or Carl Sagan when it comes to explaining science concepts to a general audience. Most scientists are much more comfortable in the familiar territory of research papers and journal articles; in other words, communicating about their area of science with others who speak their language – their peers. But scientists should be encouraged to take greater responsibility for public understanding of science. The problem is not that we don't know what approach we should take, but that we find it so difficult to step outside the culture of science that we have learned and practiced, and adopt a different and unfamiliar approach, one that seems unnatural to us.

Given the importance of communicating the results of IPY research to a broad sector of Canadians, it is worth looking at some basic principles of science communication. In this article I discuss benefits of engaging the public in science issues, outline current approaches to the public understanding of science, and present some specific communication techniques that can be used by scientists to help engage others in their work and to get their message across.

WHY COMMUNICATE WITH THE PUBLIC?

Why should the average Canadian citizen have an awareness or understanding of science or science issues? Why should he or she know something about the polar regions? Simply put, we live in a knowledge-based society. With knowledge, we are all better equipped to participate in debate and democratic processes such as policy making. In addition to spreading knowledge, communicating science stories helps to convey the value of a rational or scientific way of thinking about problems. Citizens also have a right to know where their tax dollars go. It is the public which often decides what research will be funded and how the results will be used. Decisions about scientists' work are not made by the scientific community alone: such decisions increasingly involve other social groups including private companies, special interest groups, politicians, and others. Interested people should be able to follow research developments and form their own opinion on the basis of sound, science-based information.

Trust has been shown to be more important than knowledge or awareness when it comes to achieving public support for scientific research. Scientists can encourage greater feelings of trust among citizens toward science and scientists by engaging directly in communicating their research, rather than relying on journalists or others to relay information. As individuals, people benefit by being able to make better choices about matters relating to their everyday lives, such as personal health and well-being. Therefore, both individual and societal benefits come from the public understanding of science.

APPROACHES TO SCIENCE COMMUNICATION

The early movement for the public understanding of science that began in the 1980's promoted what is now called the "deficit model" of science communication, whereby scientists adopted a top-down approach to communication. The public was seen as a passive recipient of information: people were empty vessels to be filled with knowledge, and information flowed along a one-way channel, from the source (the scientist) to the receiver (the layperson). Science, presented as fact, was not open to question. The deficit model considered any public controversy over science a result of citizens' lack of understanding about the science in question. Scientists were encouraged to increase the public's understanding of science – if only people understood the science better, they would support research, controversies would disappear, and all would be well. In other words, the problem lay with society.

Science communication as a discipline has come a long way. Since the late 1990's, theories of science communication have evolved to the current view of communication as a process of negotiation. Science

communication involves consensus and mutual understanding; it is a process of generating knowledge that is mutually acceptable. We are now more aware that the public is not simply a homogenous mass, but instead consists of many diverse groups. There is not just one public, but many. Even among scientists, increasing areas of specialization often bring difficulties in understanding other disciplines. All scientists are therefore part of the general public when something that lies outside our own field of knowledge is involved.

No longer seen as passive receivers of information, audiences are now considered active creators of meaning, adding new information to the knowledge they already have from previous life experience. A contextual approach to the public understanding of science, in which scientific information is shared in ways that take into account an audience's existing knowledge, beliefs, attitudes, interests and concerns, is much more effective in achieving science communication goals. By establishing a genuinely open dialogue with the public, scientists can help to build a climate of reciprocal knowledge and trust between science and society at large. Scientific knowledge is acknowledged to be cumulative and provisional, and should be presented in this light.

ENGAGING THE AUDIENCE

Understanding your audience is one of the fundamental principles behind effective communication of science. To engage your audience and get your message across, you have to know something about them. Find out as much as you can about their backgrounds, areas of expertise, general interests, probable beliefs and values, prior knowledge and experience of your subject, and attitudes. Knowing your audience helps you decide what to explore in depth and which aspects are less important. It can also help determine which media would be most effective. For example, many science-based publications, such as *Meridian*, have a very diverse but largely adult readership which includes policy makers, public servants, students, and other researchers. New technologies such as podcasts and blogs may be more effective at engaging younger people.

While an audience of other scientists is generally interested in methods, results and other technical details, general audiences are usually more interested in what things do and in what it means for them personally, for instance whether something will be beneficial or detrimental to their safety or health. This emphasis on the practical benefits of a scientific concept or discovery, whether for a particular audience, a society, or humankind, is known as "application appeal." The more a result influences our way of living, the more interest it will arouse. For polar science and climate change issues this means finding a way to connect what is happening in the polar regions to people's everyday lives. Another approach that is effective with a general audience is "wonder appeal," which emphasizes the sense of surprise or awe people often feel in the face of an exciting scientific discovery.

AUDIENCE ADAPTATION

There are many strategies that can be used to help engage an audience in your topic, generate interest, and develop new knowledge. Known as audience adaptation strategies, these generally focus on making the unfamiliar familiar. Adapting scientific information for a general audience may include use of narration, examples, comparisons, graphics and other visual representations, and logic and organization. The idea is to use what the audience is already familiar with – their knowledge, experience and values – as building blocks upon which to construct new knowledge. It is much easier for someone to grasp new concepts and ideas if they can relate them to something they already know or have experienced.

Stories are the oldest form of communication. Narration can make science accessible and acceptable to general audiences by creating a human story through which an audience can identify with a scientific subject. Science can be presented to the general public in the form of a dramatic story, complete with characters, plot, setting, time period, conflict and resolution. Often the story is made more interesting when it is not about the research itself, but about the scientist. For example, how did the scientist become interested in the subject, or what led the scientist to be involved in this area of work? The answers may be surprising.

Comparisons are particularly useful when adapting scientific concepts for a general audience. Bob McDonald, host of the CBC Radio science show "Quirks and Quarks," is master at rephrasing the language of his guest scientists using comparisons to familiar everyday objects and situations. Synonyms, similes, and especially metaphors – like "genetic code" and "biological clock" – are all effective. It is important to find metaphors that relate to the audience's knowledge and experience, and to use the same ones consistently. Effective use of illustrations, photographs and similar material not only adds colour and interest to written text and presentations but also helps make abstract concepts visually concrete.

Logic and organization, in the form of appropriate headings, can provide clues to the content of text rather than the structure. Scientists are taught to follow and use the Scientific Method, a highly structured format for reporting scientific results. Relevant literature is first reviewed, the problem or data gap is stated, a hypothesis is presented, methods are described, results are detailed, and finally conclusions are made. In contrast, non-scientists generally prefer to

NEW CANADIAN COUNCIL MEMBER FOR IASC

The Canadian Polar Commission welcomes Dr. David S. Hik as Canada's representative to the International Arctic Science Committee (IASC) council. Dr. Hik is Professor and Canada Research Chair in Northern Ecology in the Department of Biological Sciences at the University of Alberta, and the Executive Director of the Canadian International Polar Year Secretariat.

get to the bottom line immediately. If they are interested, they will continue to read or explore further. Therefore, begin with the most important idea, then fill in the details, in order of importance. The opening line must capture the audience's attention. Journalists call this the "inverted pyramid."

DEALING WITH THE NEWS MEDIA

Understanding audiences includes choosing the most appropriate medium for your message. Websites, blogs and podcasts can reach niche audiences, particularly younger people, while newspapers, television and radio remain important because they can reach large numbers of people.

Many scientists are reluctant to deal with the news media because it requires them to interact with journalists. Most scientists have no experience or training in this area. There is also a certain amount of distrust between journalists and scientists. Scientists may feel that journalists do not understand the nature and value of science, that they tend to sensationalize science stories, oversimplify, and misinterpret scientific findings. Journalists may see scientists as being unclear or vague, narrowly focused, and fearful of being misquoted. Both parties need to recognize and acknowledge that the journalistic community and the scientific community represent different cultures with divergent purposes and conventions.

Journalists want stories to have an emotional aspect, while scientists aim to be objective and neutral. Journalists expect science to provide answers and certainty, but scientific knowledge is provisional and incremental. Journalists seek controversy while scientists look for consensus. Journalists are trained to give equal weight to opposing viewpoints; science is not about debating, it is about evidence. These differing values and interests may result in misunderstandings and therefore poor relationships between journalists and scientists. Therefore, just as scientists dealing directly with audiences need to understand something about those audiences, scientists who use journalists to translate their messages need to understand something about the culture and norms of journalism to make the most effective use of the news media.

Scientists should be aware of factors that might make a news item valuable to a journalist. A "good" piece of news, according to journalists, is meaningful and relevant to the public. Another factor is frequency or continuity; something that is going to be discussed for a while has news value. Also, if a story can be co-opted, or linked to another one already running, it has a greater chance of getting into the news. The two research priority areas for federally funded IPY science meet these criteria in different ways. Stories relating to health and well-being are generally considered by the public to be pertinent because they are about issues that concern everyone, and of which everyone has some understanding. Many people are beginning to understand climate change in terms of its relevance to their own lives. As it is frequently in the news, a new story can be linked to an existing story. Because climate change is a subject that will likely be around for some time, it is worthwhile for journalists to invest time in researching this topic and in establishing relationships with climate change scientists. Scientists should therefore try to capitalize on these news values, to get IPY science stories into the media.

TOWARD A LASTING LEGACY FOR IPY

This brief overview of science communication is presented in light of the vast amount of polar research currently underway and about to be undertaken as part of IPY 2007–2008. Science journalists and other communication specialists will be key players in the success of IPY in terms of achieving a positive and lasting legacy, but scientists themselves can contribute much to the public understanding of science by making efforts to disseminate their research results outside of scientific journals, conferences, and research papers aimed at the scientific community. Whether this is done directly or through journalists associated with the news media, effective science communication is about establishing a relationship with an audience, and finding a common language and understanding. The more you know about that audience, the more likely you are to be successful in getting your message across, and the more trust you will build in the process.

Laurie Buckland is a biologist with a background in wildlife management and environmental assessment. She is a recent graduate of the Science Communication program at Laurentian University, and interned at the Canadian Polar Commission during her studies. She works as an environmental consultant for Golder Associates Ltd. in Ottawa.

"THE WORLD'S LARGEST MUSKRAT RANCH": THE SUMMERBERRY MUSKRAT REHABILITATION PROJECT, 1935–1965

Frank J. Tough

In the 1930s, the Manitoba Game and Fisheries Branch initiated a bold northern development project designed to promote wise resource use and to provide economic assistance to the Native population of The Pas region. This project was based on environmental manipulation, resource and economic planning, income redistribution, and federal and provincial cooperation. D.M. Stephens, Deputy Minister of Manitoba Mines and Natural Resources had good reason for boasting that "the men on this job are not only running a very complicated but also a very large business" and he took pride in "the world's largest muskrat ranch."[1] During an era (*ca.* 1935–1955) when federal and provincial agencies cooperated in northern regions to promote the traditional Native economy, the Summerberry Muskrat Rehabilitation Project provided encouragement for those who believed that conservation principles and techniques could be employed to promote Native well-being. This comprehensive approach to resource management was referred to as a "northern development project," perhaps the very first example of state intervention to be so designated.[2] This article provides only a brief historical précis of a unique process – a planned intervention in the muskrat habitat and Native economy of northern Manitoba – that is relevant to current interests in sustainable development and co-management.

The project took its name from the Summerberry River, a major channel traversing the Saskatchewan River wetland delta region. This vast, swampy region includes many shallow lakes and creeks and a marsh vegetation cover of willows and bulrushes. For the muskrat (*Ondatra zibethicus*), which is well adapted to wetlands, this was an ideal environment. While these rodents can reproduce rapidly, disease, predators, and periodic freeze-outs from low water levels keep their populations in check.[3] The wetland carrying capacity for muskrats is largely determined by a narrow marginal strip of emergent vegetation.[4] Drought severely alters habitat, reducing food and lodging.

FUR RESOURCES HAD BEEN OVER-EXPLOITED

The intense spring muskrat hunt had long been an important traditional source of income for Natives, even though muskrat pelt prices were low compared to beaver and the ten-year population cycle exhibited extreme fluctuations. For the Hudson's Bay Company

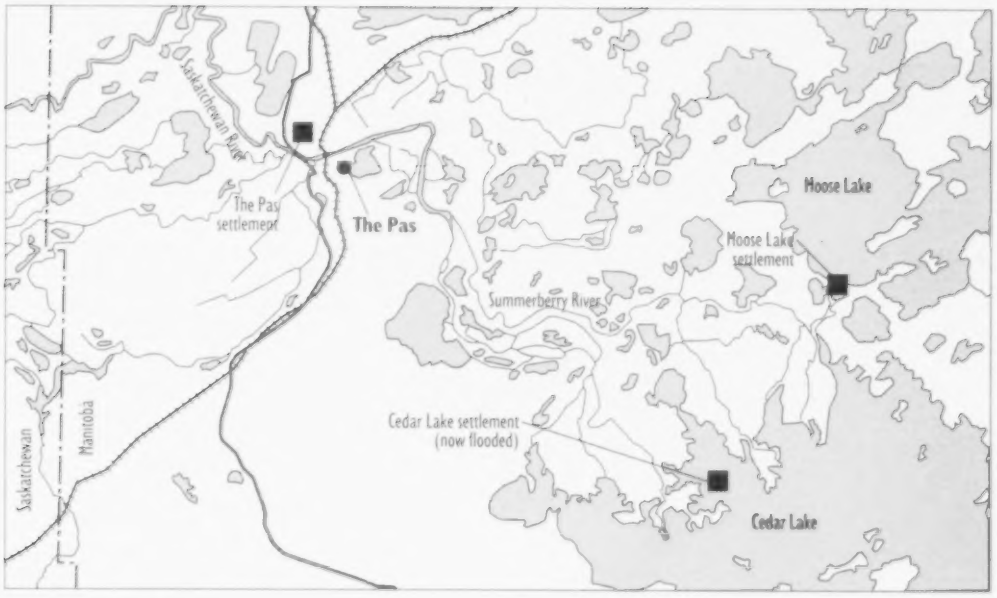
1 Archives of Manitoba, Department of Mines and Natural Resources, Record Group 17, B1, box 6, file 32.3.1, Department letter for October 1945 (hereafter AM, RG17).

2 AM, RG17, B1, box 96, file 32.1.23 (5 January 1938).

3 Stan Boutin and Dale E. Birkenholz, "Muskrat and Round-Tailed Muskrat," *Wild Furbearer Management and Conservation in North America*, Milan Novak, James A. Baker, Martyn E. Obbard and Bruce Malloch, eds. (Toronto: Ontario Ministry of Natural Resources, 1987) pp. 314–325. The seminal work on muskrats is Paul L. Errington, *Muskrat Populations* (Ames: Iowa State University Press, 1963). Errington visited the project in 1948.

4 J.A. McLeod, "A Consideration of Muskrat Populations and Population Trends in Manitoba," *Transactions of the Royal Society of Canada*, vol. 44, series 3 (June 1950), p. 88.

The delta of the Saskatchewan River was the site of the muskrat rehabilitation project. In the 1960s the Grand Rapids Hydroelectric project permanently flooded the Cedar Lake basin, turning much of the muskrat habitat into shallow muddy lakes and bogs. This map shows the current lake shoreline.



(HBC), this region, part of the Cumberland House District, was a major source of muskrat pelts.[5]

By the 1930s, however, the fur resources of this region were virtually non-existent. Significant fur price increases after 1900 had attracted many non-resident White trappers to the subarctic and conservation regulations lacked force. Consequently, fur resources had been over-exploited, severely jeopardizing the ability of Natives to live off the land. Policy-makers understood the magnitude of the decline of the Saskatchewan River Delta muskrat country, where the 1902 harvest of 600,000 had plummeted to half by 1910 and further dwindled to annual yields of 10,000 pelts in the 1930s.[6] The extended drought of that decade dried up the Saskatchewan River Delta wetlands and the muskrat habit at contracted. Moreover, fur prices had dropped, like those of other commodities during the Great Depression.

While the Treaty Indian population received some assistance from the federal Department of Indian Affairs, Manitoba authorities were well aware that The Pas Métis were suffering extreme destitution. A 1938 survey of ten Métis communities in the region indicates average annual family incomes from $35 to $231.[7] L.H. Pinney, Inspector of Game and Fisheries, explained that: "... the relief personnel simply hand the Halfbreed applicant about $3.00 worth of flour, lard and tea and tell him to go out and live off the country"; and consequently, it was "difficult to administer the Game laws fairly and equitably."[8] Authorities could do little to assist except relax hunting regulations.

NATIVES BECAME ALARMED THAT THEIR TRADITIONAL LANDS WOULD BE LEASED OUT AND CLOSED OFF

It was Tom Lamb, a pilot and businessman from The Pas, who demonstrated the possibility of habitat rehabilitation. By investing in water control features to stabilize levels, he quickly brought muskrats back on 50,000 acres of swampy Crown lands he had leased from the province. Understandably, the Native population of the region became alarmed that their traditional lands would be leased out and closed off. In the spring of 1934, a joint petition from the Treaty Indians and Métis stated:

> *We, the undersigned Indians of The Pas Band, the Members of the Northern-Half-Breed Association, and Residents of The Pas and vicinity do hereby respectfully protest against the further leasing of any lands in The Pas area, that,* [sic] *is, along the Saskatchewan River, The Pas River, or in the vicinity of Moose Lake, for the purpose of fur farming or rat farming, on the grounds that it is vitally interfering with our means of livelihood, and that it will cut us off from the trapping grounds that have been ours from time immemorial ...*[9]

Similarly, in 1935, The Pas region Natives requested an exclusive-use area by arguing that "the Treaty Indians were faithfully promised that their means of making a living would not be interfered with, and the Halfbreeds who are born in these parts, are all closely related to the Reserve people, so practically speaking, we are all one."[10]

The question of treaty rights provided an interesting challenge to the province's intended private enclosing of muskrat swamps for private benefit. Natives successfully petitioned provincial authorities to include them in plans for "muskrat ranching"; the government then took on muskrat rehabilitation as a public project and the state became committed to intervention in the fur industry. The request for an exclusive-use area also received federal government support. The federal Minister of Mines and Resources, T.A. Crerar, wrote to Manitoba Minister of Mines and Natural Resource, J.S. McDiarmid in 1938:

> *It is unnecessary to state that the sole purpose I have in mind in seeking to secure long term leases on two or three areas suitable for the propagation of muskrats in the province of Manitoba is to establish the members of certain Indian bands on a partially self-supporting basis. You are aware that these Indians enjoy a number of rights guaranteed to them by the Government. In addition to this, there are certain moral obligations imposed upon the Crown, to which I might attach utmost importance. Perhaps the most important of these is the one relating to the hunting and trapping rights enjoyed by our Indians over a long period of years – rights which are always subject, of course, to the laws governing such activities which may be enacted from time to time.*[11]

McDiarmid's reply indicates that provincial and federal cooperation to promote conservation could be consistent with the spirit and intent of the treaties: "I feel that the Province has and will continue to cooperate with you fully in your desire to live up to the spirit of the Indian treaties."[12] As a result, the federal government negotiated

5 Hudson's Bay Company Archives, B.239/h/1-3, Fur Returns, 1821–1891.

6 D.M. Stephens, "Fur Rehabilitation in Northern Manitoba," *Canadian Geographical Journal*, vol. 30, no. 1 (1945) p. 12.

7 AM, RG17, B1, box 33, file 32.1.1.b, Census of The Pas District Métis (1938).

8 AM, RG17, B1, box 33, file 32.1.1.b (18 February 1938).

9 AM, RG17, B1, box 96, file 32.1.10 (ca. February 1934). In this era, the term "Halfbreed" was used by the English-speaking Métis of The Pas region.

10 AM, RG17, B1, box 96, file 32.1.10, Petition to Minister of Mines and Natural Resources from The Pas, Moose Lake, Cedar Lake bands and the Northern Halfbreed Association (18 June 1935).

11 AM, RG17, B1, box 96, file 32.1.23 (14 December 1937).

12 AM, RG17, B1, box 96, file 32.1.23 (5 January 1938).

the Two Island Block lease with Manitoba. The Department of Indian Affairs ensured Treaty Indian participation by paying for further development of the wetlands rehabilitation; however, this portion of the Summerberry Project was set aside exclusively for both Treaty Indians and the Métis.[13]

MAXIMUM ECONOMIC SECURITY FOR TRAPPERS THROUGHOUT THE YEAR

By the late 1930s, the province set aside 137,000 acres as the Summerberry Block, obtained federal funding to build the water control features with local labour, and closed the region off to trapping.[14] Construction of water control features began in 1937. The ensuing employment helped compensate for closing off of the block to trapping. Water levels were raised by dams and dikes that held back the peak water flows and canals diverted water to adjacent marshes and lakes. Very quickly muskrat populations surged (3,951 lodges in 1937 to 32,369 lodges in 1939), and by all accounts the carrying capacity for muskrats of this swampy region had grown. Officials believed that water control was the essential requirement for increasing muskrat populations, thereby making northern wetlands productive and revenue-producing. However, muskrat rehabilitation plans went well beyond scientific conservation and included an income policy, as Deputy Minister Stephens explained: "Fur should be handled and sold in such a manner as to provide the greatest possible financial return to the trapper" and "Funds accruing to the trappers should be distributed in such a fashion as to provide the maximum of economic security throughout the year."[15]

After stabilizing water levels and nursing back the muskrat, orderly harvesting of this fur-bearer began with counting lodges to monitor population changes, restricting access to the block, setting individual trapper quotas, and employing Senior Trappers and Game Guardians to supervise trappers. The project's income objectives required a major reorganization of the traditional, open-access harvest; consequently, trapping effort was controlled and directed. The count of muskrat lodges was spatially detailed in order to determine the annual harvest level. The block had been divided into "sections" composed of "zones." The zone, about 8 square miles in size was the smallest unit, and was used for compiling data and allocating effort. Zone boundaries were established by topographical features, and specific zone conditions (and therefore potential yields), such as water levels and feed, could be considered when directing trapping.

AN ORGANIZED AND EFFICIENT HARVEST

Total harvesting effort varied from year to year according to the number of trappers allowed to participate, and by a pre-set individual quota. The rat census was carried out in mid-October, and by February, after the winter weather effects could be assessed, planners held a meeting to establish individual quotas and the number of trappers permitted onto the block.[16] Provincial officials preferred increased employment (number of trappers) over income (value of quota). Because the count of rat houses provided precise spatial information on potential yields, harvesting could be restricted to particular zones. State management controlled the timing of the trapping season, and so harvesting occurred when the pelts were at their prime and would bring the best price.

The engagement of a large number of trappers and the need to produce the highest quality pelt demanded a well organized and efficient harvest. Along with the regular Game and Fisheries Branch staff, Temporary Game Guardians and Senior Trappers helped organize production. The Temporary Game Guardians were placed in the delta two weeks prior to the harvest to discourage poaching, and received as pay an extra quota of rats over the ordinary limit. From five to ten Ordinary Trappers were assigned to a Senior Trapper. According to Stephens the duties of the Senior Trapper consisted of "supervising the trapping as well as the stretching and drying of pelts, assisting in the enforcement of the regulations and acting as general foreman over the trappers assigned to that particular zone."[17] These foremen kept daily production records and were also rewarded by an extra quota of rats. Under the active direction of Game and Fisheries Branch staff, the harvesting and the management of the muskrat of the Lower Saskatchewan River Delta was therefore closely monitored and clearly structured.

Once the swamps were reopened to trapping, the spring hunt became a major event. Stephens described it: "A few days before the season begins a general exodus takes place and The Pas becomes a hive of activity with trappers purchasing supplies [,] loading up their gear, and generally their families too, on the trucks, tractor or horse sleighs ready to take them down."[18] After being outfitted, trappers entered the rehabilitation block through five control points. Groups of Ordinary Trappers then moved to

13 AM, RG17, B1, box 96, file 32.1.23, Schedule A of the Agreement (15 November 1939).

14 The province obtained funding from the Unemployment and Agricultural Assistance Act. Eventually, 565,000 acres were brought under this rehabilitation scheme. Errington, p. 670.

15 Stephens, p. 14.

16 AM, RG17, B1, box 6, file 32.3.1, Department letter (October 1945).

17 Stephens, p. 14.

18 AM, RG17, B1, box 6, file 32.3.1, Department letter (October 1945).

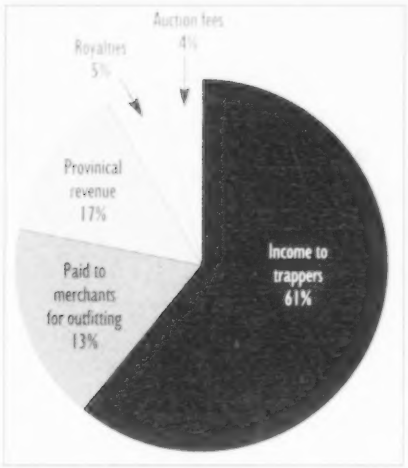


Figure 1
Distribution of the value of Summerberry Project muskrat yields, 1940–1963. Source: Manitoba, Annual Reports for Mines and Natural Resources (1940–1964).

their assigned territory with their Senior Trapper, and once they had harvested their quota, exited through a control point where their pelts were dropped off, counted, rough graded, bagged, and tagged with the trapper's name. Barges moved the bags of rat pelts to The Pas.

Although the direct involvement of Game and Fish Branch staff and the new highly organized and controlled production system significantly changed the traditional work of muskrat trapping, important aspects of the traditional family-based harvesting system remained, as Stephens observed:

> *The individual trapper may take anywhere from a week to a month to complete his quota, but in many cases whole crews will work together until every member has his full complement of pelts. This is quite a matter of pride with many of the senior trappers. While the men are out trapping the women skin and stretch the pelts ready for the market.*[21]

In fact, the organization and mobilization of labour as teams under the direction of Senior Trappers may have allowed for more co-operation than previously. Apparently, this new organization did not foster individual trapping on a competitive basis. Furthermore, the Temporary Game Guardians and Senior Trappers had both harvesting (supervising production) and management responsibilities (enforcement of regulations). The state had involved Natives in the management of this planned system of resource exploitation.

Economic planning sought not only to ensure sustainable muskrat populations but also to maximize employment and secure incomes for trappers. The Game and Fisheries Branch financed the trapper's spring hunting outfit, and by pooling the pelts, secured high prices at Winnipeg auctions. Local fur buyers, such as the HBC, were cut out of the purchasing of muskrat. Figure 1 indicates the distribution of the value of Summerberry muskrats. Between 1940 and 1963, 61% of the market value went directly to the trapper as monthly payments. With the government officials handling the fur, the trapper received a much larger share of the market value of the muskrat pelt than previously.

MONTHLY INCOME AT THE PAS "MADE A NOTICEABLE DIFFERENCE, ESPECIALLY IN THE CHILDREN"

By comparison with the economic realities of the Great Depression, the Summerberry Project had positive income and employment results. Figure 2 indicates participation by trappers. In 1941, The Pas Indian Agent Lovell stated that "practically all of them had been trapping muskrats."[20] In the 1940s, the $20–25 monthly income from spring trapping had a noticeable effect on living standards. Indian Agencies Inspector A.G. Hamilton recorded that at Moose Lake "the steady income of $20.00 per month has greatly improved conditions" and that monthly income at The Pas had "made a noticeable difference, especially in the children."[22] During the project's construction phase, Metis accounted for 90% of the labour.[23] With no more than one month's labour, Metis family annual incomes had been raised over the 1938 level. Orderly harvesting and product pooling improved incomes.

In revenue terms, the Summerberry Project worked very well for the provincial government. Between 1935 and 1940, development costs for the original Summerberry Block (construction work, survey, cabins, buildings, protection and maintenance) totaled $157,268.84.[24] Much of this expenditure led to employment of local labour and as a result, injected badly needed cash into the region. Evidence of the financial feasibility of muskrat rehabilitation came when the Game and Fish Branch earned $35,986[25] in project revenue and fur royalties from the production (1940–1944), the provincial government's share was $193,757.67 and $27,908.40 was earned as royalties.[26] Stephens pointed out that revenues were "considerably more than the total of all expenditures on the project."[27] Thus, in a few years the government's revenues exceeded the initial project capital costs and state intervention was an unqualified fiscal success.

Along with the successful expansion of wetlands, the fur rehabilitation approach permitted the adoption of new management techniques (over-trapping of rat predators,

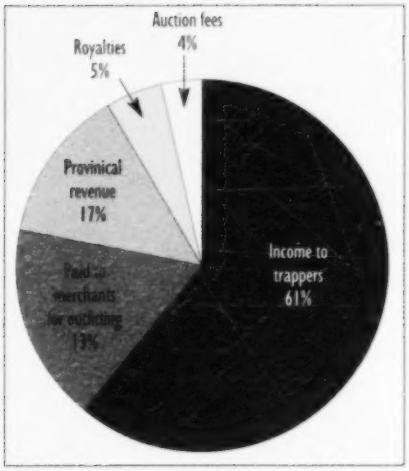


Figure 1
Distribution of the value of Summerberry Project muskrat yields, 1940–1963. Source: Manitoba, Annual Reports for Mines and Natural Resources (1940–1964).

their assigned territory with their Senior Trapper, and once they had harvested their quota, exited through a control point where their pelts were dropped off, counted, rough graded, bagged, and tagged with the trapper's name. Barges moved the bags of rat pelts to The Pas.

Although the direct involvement of Game and Fish Branch staff and the new highly organized and controlled production system significantly changed the traditional work of muskrat trapping, important aspects of the traditional family-based harvesting system remained, as Stephens observed:

> *The individual trapper may take anywhere from a week to a month to complete his quota, but in many cases whole crews will work together until every member has his full complement of pelts. This is quite a matter of pride with many of the senior trappers. While the men are out trapping the women skin and stretch the pelts ready for the market.*[19]

In fact, the organization and mobilization of labour as teams under the direction of Senior Trappers may have allowed for more co-operation than previously. Apparently, this new organization did not foster individual trapping on a competitive basis. Furthermore, the Temporary Game Guardians and Senior Trappers had both harvesting (supervising production) and management responsibilities (enforcement of regulations). The state had involved Natives in the management of this planned system of resource exploitation.

Economic planning sought not only to ensure sustainable muskrat populations but also to maximize employment and secure incomes for trappers. The Game and Fisheries Branch financed the trapper's spring hunting outfit, and by pooling the pelts, secured high prices at Winnipeg auctions. Local fur buyers, such as the HBC, were cut out of the purchasing of muskrat. Figure 1 indicates the distribution of the value of Summerberry muskrats. Between 1940 and 1963, 61% of the market value went directly to the trapper as monthly payments. With the government officials handling the fur, the trapper received a much larger share of the market value of the muskrat pelt than previously.

MONTHLY INCOME AT THE PAS "MADE A NOTICEABLE DIFFERENCE, ESPECIALLY IN THE CHILDREN"

By comparison with the economic realities of the Great Depression, the Summerberry Project had positive income and employment results. Figure 2 indicates participation by trappers. In 1941, The Pas Indian Agent Lovell stated that "practically all of them had been trapping muskrats."[20] In the 1940s, the $20–25 monthly income from spring trapping had a noticeable effect on living standards. Indian Agencies Inspector A.G. Hamilton recorded that at Moose Lake "the steady income of $20.00 per month has greatly improved conditions" and that monthly income at The Pas had "made a noticeable difference, especially in the children."[21] During the project's construction phase, Métis accounted for 90 % of the labour.[22] With no more than one month's labour, Métis family annual incomes had been raised over the 1938 level. Orderly harvesting and product pooling improved incomes.

In revenue terms, the Summerberry Project worked very well for the provincial government. Between 1935 and 1940, development costs for the original Summerberry Block (construction work, survey, cabins, buildings, protection and maintenance) totaled $157,268.84.[23] Much of this expenditure led to employment of local labour and as a result, injected badly needed cash into the region. Evidence of the financial feasibility of muskrat rehabilitation came when the Game and Fish Branch earned $35,986[24] in project revenue and fur royalties from the production (1940–1944), the provincial government's share was $193,757.67 and $27,998.40 was earned as royalties.[25] Stephens pointed out that revenues were "considerably more than the total of all expenditures on the project."[26] Thus, in a few years the government's revenues exceeded the initial project capital costs and state intervention was an unqualified fiscal success.

Along with the successful expansion of wetlands, the fur rehabilitation approach permitted the adoption of new management techniques (over-trapping of rat predators,

19 AM, RG17, B1, box 6, file 32.3.1, Department letter (October 1945).

20 Library and Archives of Canada, Department of Indian Affairs, Record Group 10, vol. 6738, file 420-4 pt. 4 (4 June 1941), (hereafter LAC, RG10).

21 LAC, RG10, vol. 6738, file 420-4 pt. 4 (16 April 1941).

22 AM, RG17, B1, box 96, file 32.1.23 (15 July 1937).

23 PAM, RG17, B1, box 33, file 32.1.1 D (10 February 1941).

24 Manitoba, *Annual Report for the Department of Mines and Natural Resources* (1944), p. 69 (hereafter *ARMNR*).

25 *ARMNR* (1944), p. 69.

26 Stephens, p. 18.

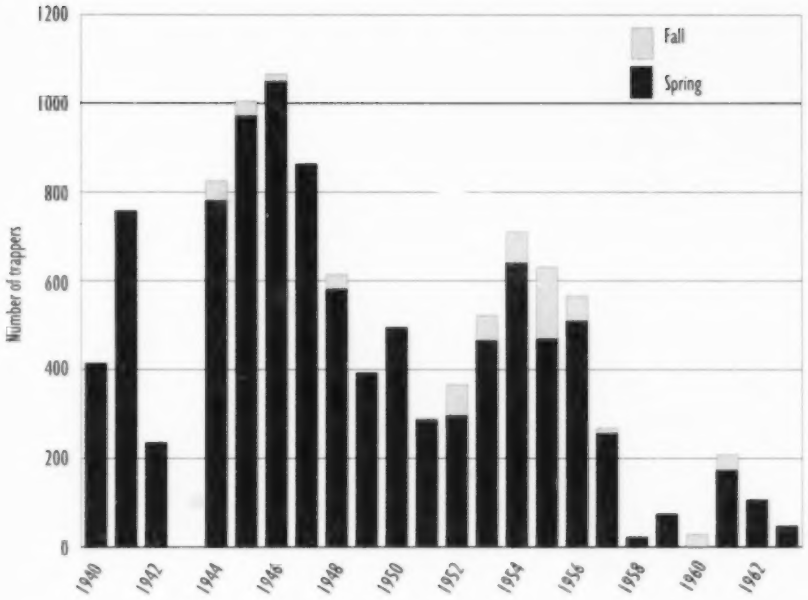


Figure 2
Total number of Summerberry trappers, 1940–1963. Source: Manitoba, Annual Reports for Mines and Natural Resources (1940–1964).

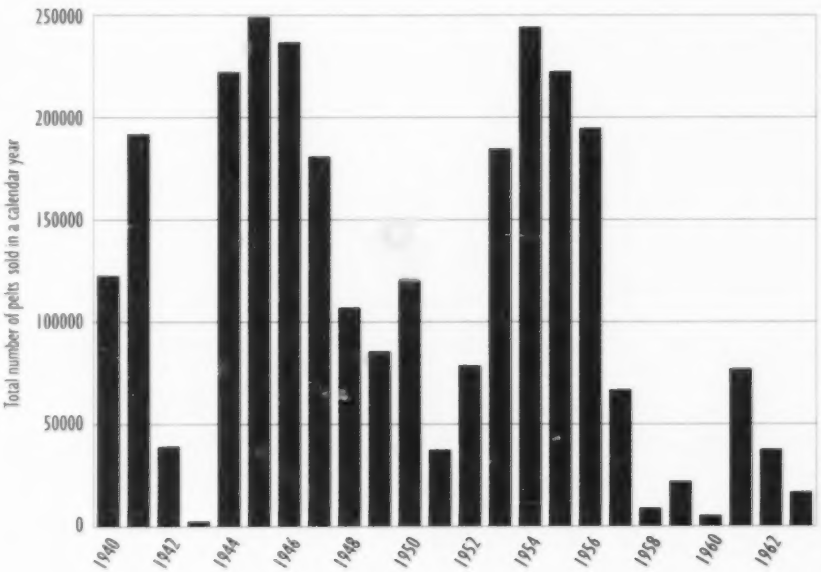
selective trapping of muskrats unlikely to survive winter, and even trapping out diseased rats once detected in particular zones) to enhance production. Regrettably, after a few years, the initial success of the Summerberry Block was tempered by a crash in muskrat populations. Figure 3 indicates the total yields for the duration of the project. The 1942 and 1943 yields were marginal. Stephens discussed a "falling off of both the rate of increase and the quality of pelts produced" when corresponding with University of Alberta zoologist William Rowan.[27] Early investigations indicated that constant water levels had interrupted the marsh nutrient cycle. Vegetation eaten by the rat was depleted of certain nutrients.[28] Stephens explained:

Our marsh development programme has been formulated on the premise that constant water levels provided the best environmental conditions for the sustained production of muskrats. In a natural marsh area water levels generally fluctuate considerably over a relatively short period of time. We may find that we have to simulate the fluctuation on our developed areas.[29]

Yields had been sustained by spatial expansion of the managed muskrat habitat, but similar population dynamics were encountered in the new blocks. Rat population increased rapidly, but within two years of harvesting, yields dropped (see Figure 3).[30]

These problems could not be ignored and in the summer of 1947 scientific research into the changes to wetlands ecology caused by stabilized water levels began. By 1949, it was apparent that prolonged flooding had depleted the soil of nitrogen, which after four or five years caused a deterioration of plant growth. Moreover, plants did not re-seed unless mud banks were exposed.[31] The annual report for Mines and Natural Resources concluded: "Field studies,

Figure 3
Total annual Summberry Project muskrat yields, 1940–1963.



27 AM, RG17, B1, box 24, file 14.5.6.C (28 February 1947); see also *ARMNR* (1946), p. 75.

28 AM, RG17, B1, box 24, file 14.5.6.C (28 February 1947).

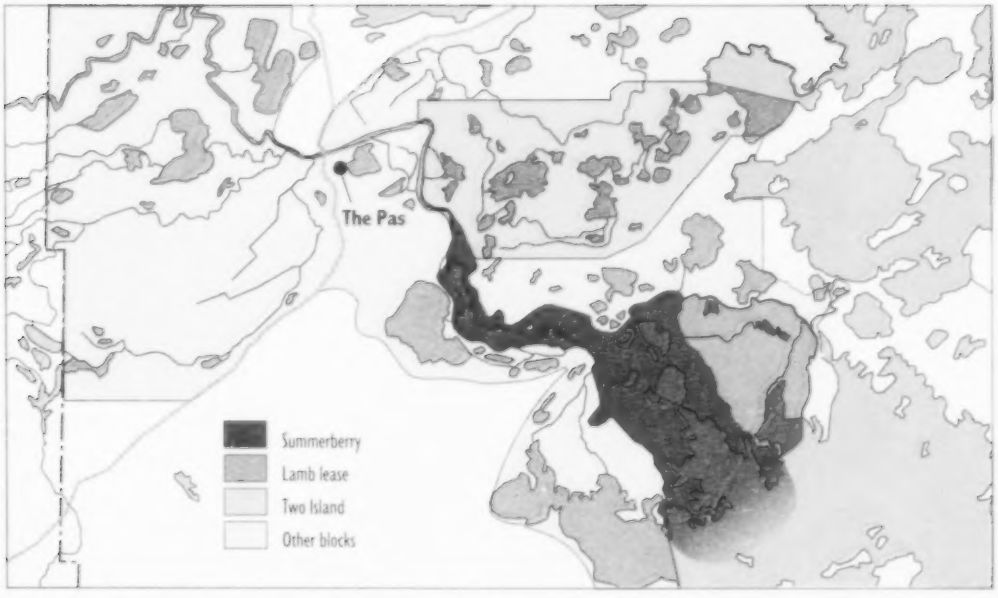
29 AM, RG17, B1, box 24, file 14.5.6.C (28 February 1947).

30 AM, RG17, B1, box 24, file 14.5.6.C (28 February 1947).

31 *ARMNR* (1949), p. 69.

Figure 5
Trappers with their supplies aboard a Department of Mines and Resources tractor train transporting men from The Pas to the trapping grounds. Photo: Jack Long/National Film Board of Canada. Photothèque/ Library and Archives Canada/PA-114382.

particularly of the Summerberry and Netley Marshes, substantiated the contention of earlier reports that an occasional season of low water is necessary in order to have vigorous regeneration of desirable marsh vegetation."[52] Since then, the effects of river impoundment on riparian communities have



Muskrat rehabilitation blocks in The Pas region(map shows current Cedar Lake shoreline)

become better known. Stabilized water levels affect the marsh nutrient cycle and the available habitat for regular succession of marsh vegetation. In two respects the feed of the muskrat had been affected: the available vegetation was nutrient-deficient and the volume of the biomass was reduced.

Observations from the 1940s are consistent with contemporary knowledge about impounded streams; Kellerhals and Gill suggested in the 1970s that when "the perturbing effect of spring floods is reduced or eliminated plant succession soon begins to reduce the productivity of the alluvial habitat. Without continued initiation of primary succession, the biological productivity of any northern floodplain or delta soon diminishes."[33] Stabilized water levels were intended to improve the carrying capacity and managed harvesting was designed to prevent over- or under-harvesting; however, stable water levels did not seem to have secured carrying capacity at a high level. Unfortunately, the project's environmental model (stable water = stable muskrats) proved to be too simple. The goal of eliminating the fur cycle through environmental manipulation was unattainable.

As fur prices declined in the 1950s, and the ratio of cost of trapping to revenue increased, interest in muskrat trapping waned, but the project came to an abrupt end with the Grand Rapids hydroelectric project's damming of the Saskatchewan River. The effects of this impoundment had been anticipated. H.E. Wells and E. Daggitt reported in 1958:

> *The survey is informed from reliable sources* [that] *the Big Grand Rapids Power Project will be commenced within a few years. We have had a look at the maps and charts which show what the water levels will be like in the reservoir of Cedar Lake. It will destroy most of the good muskrat habitat in the Summerberry. If and when* [when] *the power project is completed the Summerberry program will have to be completely revised and it appears impossible to imagine what program for the remaining marsh could be.*[34]

The last official reference to the Summerberry Project was a mention in the annual report that only some 28,160 pelts had been harvested in 1964.[35] The flooding caused by this megaproject severely disrupted the muskrat habitat, and it had a number of other impacts on the livelihood of nearby Native communities.[36]

SUCCESSFUL PROMOTION OF A SUSTAINABLE NORTHERN NATIVE ECONOMY THROUGH CONSERVATION PLANNING

While muskrat ranching encountered a more complex wetlands ecology than anticipated, economic planning based on orderly, structured harvesting had allocated labour rationally and successfully obtained a fairer share of the market value for trappers. In

Figure 4
Muskrat trapper and his daughter travelling down river to The Pas, May 1945. Photo: Jack Long/National Film Board of Canada. Phototheque/Library and Archives Canada/PA-144823.

32. ARMNR (1951), p. 73.
33. Rolf Kellerhals and Don Gill, "Observed and Potential Downstream Effects of Large Storage Projects in Northern Canada", *Transactions of the Eleventh International Congress on Large Dams*, vol. 1 (Paris: International Commission on Large Dams, 1973), p. 745; and see Geoffrey E. Petts, *Impounded Rivers: Perspectives For Ecological Management* (Chichester: John Wiley and Sons, 1984).
34. AM, RG17, B1, Box 42, Interim Report Registered Trapline Survey (4 February 1958), p. 14; see also ARMNR (1960), pp. 108–110.
35. ARMNR (1964).
36. James B. Waldram, *As Long as the Rivers Run: Hydroelectric Development and Native Communities in Western Canada* (Winnipeg: University of Manitoba Press, 1988), pp. 81–114.

Peter Suedfeld

contrast to some depression-era projects, this initiative's revenues exceeded its development costs and the investments in water control were recouped. The Summerberry Project was thus a very successful instance of Depression-era inspired public sector intervention. This Manitoba project was also instructive to other joint federal and provincial efforts promoting the sustainability of northern Native economies through conservation planning. In common with US President Roosevelt's New Deal responses to the economic crisis of the 1930s, the Summerberry Muskrat Rehabilitation Project was designed to promote resource conservation, economic planning, and income redistribution. Of special note is the fact that this project involved Native communities: these are often assumed to be marginal and irrelevant to world trends, and yet this population had not been left unaffected by the global downturn of the 1930s.

The goal of eliminating the fur cycle by stabilizing water levels was not achieved; but significantly, state involvement in this industry had transcended typical regulatory policies that limited harvesting effort (licenses and closed seasons). Moreover, conservation was not used as a guise to reallocate Native resources to sportsmen, as it sometimes has been. In this project many decades ago, Native people and federal and provincial officials clearly demonstrated the benefits of economic planning and income redistribution.

Frank J. Tough is a Professor in the Faculty of Native Studies at the University of Alberta.

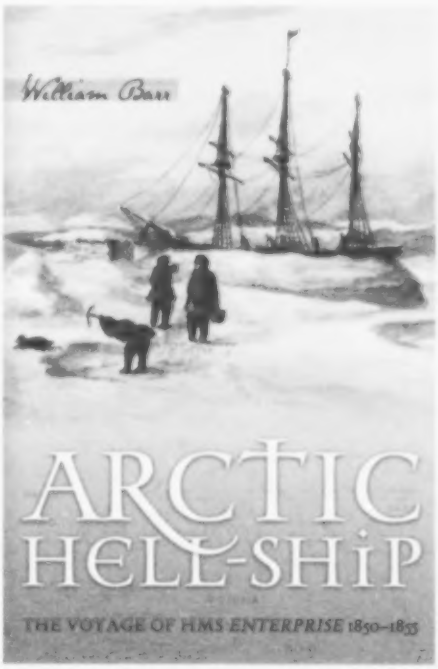
Arctic Hell-Ship: The Voyage of HMS Enterprise 1850–1855, by William Barr. Edmonton, University of Alberta Press, 2007. ISBN: 0-88864-472-8. Paperback, 318 pp., $34.95 CDN.

The exploration of the polar regions and, specifically, the search for the Northwest Passage and the lost expedition of Sir John Franklin, produced some of the most dramatic, harrowing, and tragic episodes in the history of human endeavour. The story of Captain Richard Collinson and the voyage of *HMS Enterprise* was not one of these.

Collinson, an experienced and respected navigator and surveyor, sailed to the Arctic in 1850 to look for the Northwest Passage and for traces of the lost expedition. His ship and crew spent three winters frozen into the ice, not a unique or even remarkably unusual experience in those days. They suffered no disasters or unusual hazards: no starvation, no epidemics, no shipwreck, no rash of fatal accidents, no mutiny … only the normal discomforts and deprivations of that time, place, and activity.

Why, then, the title of this book, which forebodes some or all of the dire events that other polar explorers suffered? The explanation lies in the almost constant friction between Collinson and his officers, which William Barr, the author, attributes almost exclusively to the faults of the Captain. To summarize the story, Collinson seems to have been a somewhat irascible man, not very decisive (and not uniformly successful in the decisions he did make), considerate of his crew but overbearing and dictatorial toward his officers. In turn, his officers indulged in disrespect, criticism, and quibbling.

One of the most critical was Second Master Francis Skead, the ship's navigator, who ran afoul of Collinson early and had nothing good to say about him ever after. Barr relies extensively on Skead's journal and his later annotations on Collinson's account of the journey, generally blaming Col-



llinson for misjudgments, excessive caution, and petty tyranny, to a great extent based on Skead. But Skead is a highly biased witness, whose accusations deserve much more skepticism than they get in this book.

There is no doubt that Collinson was a petty martinet toward his officers, almost all of whom (including all of the commissioned line officers) ended the three-year expedition under arrest. Their offenses were minor by civilian standards, but one can understand that criticizing and contradicting the Captain would not be overlooked in a naval vessel.

Actually, Collinson's brother, Major-General Thomas Collinson, got it right: "There appears to be something in that particular [*i.e.*, Arctic] service – either the intense cold, or the poor feeding, or the close confinement between decks for several months without regular employment, or in all these together – that stirs up the bile and promotes bitter feelings ..." (quoted on pp. 237–238). Modern research has amply demonstrated the increase in interpersonal friction, irritability, and general stress caused by long periods of isolation and confinement, and reading this account one can sympathize with both the Captain and the officers who suffered the results.

One telling point is that Collinson's problems were only with those in close contact with him; toward the crew, he was thoughtful and foresighted (too lenient, according to Skead). He made sure that there were opportunities for recreation, having a skittle alley and billiard room constructed on the ice, supporting theatrical performances, sending men out to hunt and fish, trying to relieve the boredom of being iced in. He even reproved and punished the Assistant Surgeon for calling one of the men a bloody fool.

Aside from the running story line of the conflict, the tale of the expedition is fairly routine. *Enterprise* did not discover the Northwest Passage, found no useful clue about Franklin's fate (Collinson ignored what might have turned into one), and explored very little previously unknown territory. Barr gives detailed descriptions of such topics as the subsidiary sledging and boating expeditions sent out from the ship and its provisioning both in port and in the Arctic, the latter down to how many ptarmigans, ducks, and other game were shot by hunting parties. Repeated encounters with Inuit make for interesting reading; relations were generally amicable, but the crew never trusted the Inuit not to attempt to steal desirable items, and the Inuit often justified those suspicions.

The story of the voyage would have been easier to follow if Barr had provided one large-scale map showing all of it, and if all of the maps had incorporated a track chart. In addition, given that this was a three-year trip, occasional references to the year (not only the month and day) when various events occurred would have been helpful.

All in all, the voyage was quite mundane by the standards of exploration stories. The dramatization of the conflicts between Collinson and his officers, which resulted in bitterness but no courts-martial or punishments after returning, does not elevate it into anything very special. Still, the book is a useful reminder of the special importance of good leadership under extreme conditions, and – because Barr's sources include unpublished journals and other materials scattered around libraries and private collections – fills a gap in the history of polar exploration and the search for Franklin.

Peter Suedfeld is Professor Emeritus, Department of Psychology, University of British Columbia. His research interests include the effects of challenging and stressful environments such as spacecraft and polar stations on psychological processes and behaviour. He is former Chair of the Canadian Committee on Antarctic Research.

NEW BOOKS

The Arctic Promise: Legal and Political Autonomy of Greenland and Nunavut, by Natalia Loukacheva. Toronto, University of Toronto Press, 2007. ISBN: 0802092950.

In Canada's Eastern Arctic and Greenland, the Inuit have been the majority for centuries. In recent years, they have been given a promise from Canadian and Danish governments that offers them more responsibility for their lands and thus control over their lives without fear of being outnumbered by outsiders. *The Arctic Promise* looks at how much the Inuit vision of self-governance relates to the existing public governance systems of Greenland and Nunavut, and how much autonomy there can be for territories that remain subordinate units of larger states.

The Return of Caribou to Ungava, by A.T. Bergerud, Stuart N. Luttich and Lodewijk Camps. Montreal, McGill-Queens University Press, 2007. ISBN: 9780773532335.

In one of the great natural marvels of hoofed mammal demography, the George River caribou herd increased from 15,000 animals in 1958 to 700,000 in 1988 – the largest herd in the world at the time. The authors trace the fluctuations in this caribou population back to the 1700s, detail how the herd escaped extinction in the 1950s, and consider current environmental threats to its survival.

Surviving in Different Worlds: Transferring Inuit Traditions from Elders to Youth, edited by J. Oosten and F. Laugrand. Iqaluit, Nunavut Arctic College, 2007. ISBN: 1896204708.

This book presents information from two workshops that brought Nunavut elders and young people together to discuss Inuit traditional knowledge. Inuit elders discuss a variety of topics including survival, marriage, shamanism, and legends.

After the Melt (IPY)
An International Conference on Ecological Responses to Arctic Climate Change
5–7 May 2008
University of Aarhus, Denmark
http://ipy.dmu.dk

3rd Annual International Polar and Alpine Microbiology Conference
11–15 May 2008
Banff, Alberta
www.polaralpinemicrobiology.com

Aboriginal and Northern Studies Research Conference
12–14 May 2008
University College of the North, Thompson, Manitoba
sbarber@ucn.ca

Polar Tourism: a Tool for Regional Development
21–25 August 2008
Kangiqsujuaq, Nunavik, Quebec
www.polartourismnetwork.uqam.ca

The Northern Community in the 21st Century: Seeking Balance in a Changing North – Fifth Northern Research Forum (NRF)
24–27 September 2008
Anchorage, Alaska, U.S.A.
www.nrf.is

16th Inuit Studies Conference
23–25 October 2008
Winnipeg, Canada
Chris Trott, trottcg@cc.umanitoba.ca
Peter Kulchyski, kulchysk@cc.umanitoba.ca

MERIDIAN
is published by the Canadian Polar Commission.

ISSN 1492-6245
© 2008 Canadian Polar Commission

Editor: John Bennett
Translation: Suzanne Rebetez, John Bennett
Design: Eiko Emori Inc.

Canadian Polar Commission
Suite 1710, Constitution Square
360 Albert Street
Ottawa, Ontario
K1R 7X7

Tel.: (613) 943-8605
Toll-free: 1-888-765-2701
Fax: (613) 943-8607
E-mail: mail@polarcom.gc.ca
www.polarcom.gc.ca

The opinions expressed in this newsletter do not necessarily reflect those of the Canadian Polar Commission.